



Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

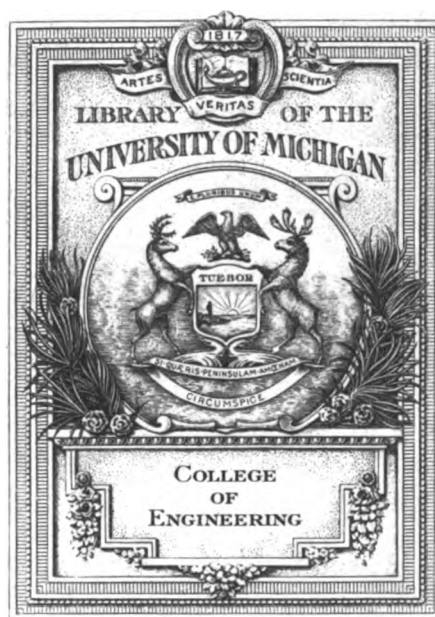
Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

- + *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
- + *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
- + *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
- + *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter <http://books.google.com> durchsuchen.

C 366135



✓ T
3
.E9

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

59. Jahrgang

1938

I. Halbjahr

Berlin

Im Buchhandel durch Julius Springer

1938

Inhaltsverzeichnis.

(I. Halbjahr 1938)

A. Sachverzeichnis.

	Seite		Seite
I. Aufsätze, Rundschau und kleinere Mitteilungen	II	IV. Verbandsnachrichten	XV
II. Persönliches	XIV	V. Geschäftliche Mitteilungen	XVII
III. Schrifttum (insbes. Buchbesprechungen)	XIV		

Zeichenerklärung: * = größerer Aufsatz. — Brf. = Brief an die ETZ. — B. = Berichtigung. — Votr. = Vortrag.
Bespr. = Besprechung. — Arch. = Archiv f. Elektrotechn., Bd. 32 (1938).

Alle Zeichen stehen vor der Seitenzahl. Weitere Abkürzungen s. Abt. A IV, VDE.

Die Umlaute ä, ö, ü und ae, oe, ue sind wie die einfachen Laute a, o, u behandelt; Wörter mit Umlauten sind den gleichartigen Wörtern mit einfachen Lauten nachgestellt.

I. Aufsätze, Rundschau und kleinere Mitteilungen.

Ableiter s. Überspannungsschutz.
Abstimmung s. Funkwesen.

Akkumulatoren (s. a. Bahnbau).
Batterien für Fährboote. 47.
Karrenlader. 241.
Zur Frage der Scheider in Starterbatterien. Nach P. J. Moll. 374.
Akkumulatoren (VDE-Bericht). 538.
Die Akkumulatoren nach den letzten Patenten. Nach L. Jumau. 593.
Ersatz von Antimon durch Kalzium im Bleisammler. Nach E. Hoehne. 598.

Akustik s. Techn. Akustik.
Alarmanlagen s. Signalwesen.
Ankerrückwirkung s. Elektr. Masch.

Anlasser.
Anlaßeinrichtung „Albo-Knorr“. 232.

Antennen s. Funkwesen.
Antriebe s. Bahnbau, Kraftfahrzeuge, Maschinenantrieb, Schifffahrt.
Arbeitsmessung s. Meßtechnik.
Asynchronmaschinen s. Elektr. Masch.
Atome s. Physik.
Ausbildung s. Unterricht.
Ausbläser s. Schaltgeräte.
Ausschüsse des VDE s. Abt. A IV.

Ausstellungen und Messen.
— **Deutschland.**
Die Elektrotechnik auf der Internationalen Automobil- und Motorrad-Ausstellung Berlin 1938. H. Hasse. *316.
Die Internationale Automobil- und Motorradausstellung Berlin 1938. W. Rödiger. *318.

Ausstellungen und Messen.
— **Leipziger Messe.**
Vortragsveranstaltung des VDE zur Leipziger Messe. 183. 248.
Zur Leipziger Messe. Löb. *209.
Nachrichten von der Leipziger Frühjahrsmesse 1938. 247.
Messekumgebung der Technik in Leipzig. 280.
Rückblick auf die Leipziger Frühjahrsmesse im Hause der Elektrotechnik. G. H. Winkler. *409.
Die Elektrotechnik auf der Leipziger Frühjahrsmesse außerhalb des HdE. G. H. Winkler. *416.
— **Ausland.**
Das Haus der Entdeckungen auf der Pariser Weltausstellung. 146.
Erfolge der deutschen Elektroindustrie auf der Internationalen Ausstellung in Paris 1937. 280.

Auswuchten s. Elektr. Maschinen.
Außenhandel s. Abt. A, V, Gesch. Mitt.
Automobile s. Kraftfahrzeuge.

Bahnbau und Bahnbetrieb (s. a. Elektr. Maschinen).
— **Anlagen.**
Amerika. 321. 505. 595. 644.
Basel. 175.
Berlin. 148. 646.
Boston. 321.
Deutschland. 96. 148. 175. 646.
England. 20. 345. 372.
Frankreich. 48. 177. 473.
London. 372.
New York. 644.
Paris—Le Mans. 48.
Paris—Orléans—Midi. 177.
Pennsylvaniaabahn. 505.
Polen. 124.
Portland. 345.

Bahnbau und Bahnbetrieb.
Schweiz. 643. 646.
Warschau. 124.
— **Allgemeines.**
Fahrzeitermittlung und Bestimmung der Beanspruchung der Fahrmotoren und des Transformators elektr. Triebfahrzeuge. H. Kother. 114.
Beziehung zwischen Höchstgeschwindigkeit und Reisezeit. Nach Bodmer. 125.
Kohleschleifbügel. 277.
Schwebende Aufhängung durch elektromagnetische Kräfte: eine Möglichkeit für eine grundsätzlich neue Fortbewegungsart. H. Kemper. *391.
Elektr. Bahnen. (VDE-Bericht.) 528.
Eine Maschine zur Berechnung von Fahrzeiten und Verbrauchswerten von Eisenbahnzügen. H. Kother. 589.
— **Bahn-Kraftwerke.**
Die Unterwerke der elektrisierten Strecke Paris—Le Mans. Nach Garreau u. Winson. 48.
Die Umrichteranlage der Deutschen Reichsbahn in Basel. Nach J. Schmitt u. E. Kilb. 175.
Überwachung von Unterstationen für Bahnbetrieb. Nach C. G. White. 591.
— **Fahrleitungen und Schienen.**
Messen der Überwachungsströme in den Fahrschienen eines Streckenblocks. W. Langheim. *67.
Instandhaltung von Eisenbahnschienen durch den elektr. Lichtbogen. Nach J. L. Brown. 124.
Messung des hochfrequenten Fahrdraht-Scheinwiderstandes von Straßenbahnen. Nach W. Gerber u. H. Kölliker. 346.
— **Bremssung.**
Selbsttätig einstellbarer Bremsstrom für Anhängewagen. Nach W. Jenne. 73.

Bahn- und Bahnbetrieb.

Die elektr. Bremse bei elektr. Vollbahntriebwagen. Th. Buchhold. *81.
Nutzbremsung bei Einphasen-Wechselstrombahnen. L. Mirow. Votr. *433. *464. Bespr. 487.

— **Eisenbahnen.**— — **Allgemeines.**

Die Fernsteueranlagen der Strecke Paris—Le Mans der französischen Staatsbahnen. 48.

Elektr. Eisenbahnen Europas. 508.

— — **Elektrisierung.**

Die Elektrotechnik in der Deutschen Reichsbahn. 96.

Elektrisierung der Warschauer Vorortbahnen. 124.

Elektrisierung der Bahnen Paris—Orléans—Midi. Nach A. Bachellery. 177.

Weitere Elektrisierung bei der Pennsylvania-Bahn. Nach H. C. Griffith. 505.

— — **Lokomotiven und Triebwagen.**

Lokomotiven für gemischten Fahrdracht- und Speicherbetrieb. G. F. Holzinger. *57.

Akkumulator-Lokomotiven für die Londoner Verkehrsgesellschaft. 372.

Neue elektr. Triebwagenzüge der franz. Staatsbahn. Nach Nicolet u. Nouvion. 473.

Fahrmotoren für Schnelltriebwagen. 596.

Verkehrsverbesserung durch elektr. Triebwagenzüge. Nach F. J. Teago. 621.

Elektr. Schnelltriebzüge der Schweizerischen Bundesbahnen. Nach W. Müller. 643.

Neue schwere Gotthard-Lokomotive der SBB. 646.

— **Straßenbahnen.**

Selbsttätig einstellbarer Bremsstrom für Anhängewagen. Nach W. Jenne. 73.

Neuzeitliche amerikanische Straßenbahnausrüstungen. Nach S. B. Cooper. 595.

Rundfunkstörungsmessungen an Straßenbahnen. F. Eppen u. H. Seiberth. *629.

Leichtgewichts-Straßenbahnwagen für New York. 644.

— **Schnellbahnen.**

Jubiläum der Berliner S-Bahn. 646.

— **Verschiedene Bahnen.**

Lokomotiven für gemischten Fahrdracht- und Speicherbetrieb. G. F. Holzinger. *57.

— **Oberleitungs-Omnibusse.**

Die neueste Obus-Entwicklung in Großbritannien. Nach Fletscher u. Silvers. 20.

Neue Obusse in Berlin. 148.

Neuzeitlicher Obusbetrieb in Boston. Nach E. Dana. 321.

Neuzeitlicher Obusbetrieb in Portland. Nach J. H. Polhemus. 345.

Oberleitungsomnibus. (VDE-Bericht.) 529.

Baken s. Funkwesen.

Batterie s. Akkumul., Elemente.

Beeinflussung s. Fernsprechwesen.

Beglaubigungen s. Prüffämter.

Belastung s. Elektrizitätswerke.

Beleuchtung s. Lichttechnik.

Berlehtigung. 56. 104. 136. 280. 304. 384. 488. 572. 604.

Besprechungen s. Abt. A III, Schrifttum.

Bestrahlung s. Medizin.

Betriebsüberwachung s. Elektr.-Werke.

Bildtelegraphie und Fernsehen.

Stand der Bildtelegraphie in den V. S. Amerika. 22.

Entwicklung, Stand und Grenzen der Fernsehübertragung. Nach F. Schröter. 70.

Elektr. Schwingungen und ihre Anwendung beim Fernsehen. Nach E. W. Marchant. 99.

Bildtelegraphie mit Zeitmodulation. Nach M. Kobayashi. 345.

Beitrag zur Wirkungsweise des Elektronenstrahl-Bildabtasters. Nach W. Heimann u. K. Wemheuer. 424.

Die Eigenschaften der neuen Fernsehsendungen vom Eiffelturm. Nach M. Adam. 447.

Kathodenstrahl-Personenbildabtaster für normalbeleuchtete Räume. Nach M. Knoll u. H. Elstermann. 505.

Fernsehen (VDE-Bericht). 537.

Das Fernsehen, seine Geschichte, Entwicklung und Aussichten. F. Schröter. 590.

Farbfernsehen. 597.

Theorie und Arbeitsweise des Ikonoskops. Nach V. K. Zworykin, G. A. Morton u. L. E. Flory. 644.

Blindstrom s. Elektrizitätswerke.

Blitz s. Überspannung.

Blockanlagen s. Signalwesen.

Bogentladung s. Theor. Elektrot.

Brand.

Feuerwehr und Leuchtröhrenanlagen. Nach H. Scheele. 20.

Breitbandkabel s. Leitungen.

Bremssung s. Bahnbau.

Brücken s. Meßtechnik.

Buchbesprechungen s. Abt. A III, Schriftt.

Bügeleisen s. Wärmetechnik.

Buna s. Stoffkunde.

Chemie s. Elektrochemie.

Dampfkessel.

Erreichte thermo-dynamische Wirkungsgrade der Stromerzeugung in den V. S. Amerika und England. Nach A. E. Knowlton. 403.

Dampfkraft s. El.-Werke, Energiewirtsch.

Dampfturbinen.

Erreichte thermo-dynamische Wirkungsgrade der Stromerzeugung in den V. S. Amerika und England. Nach A. E. Knowlton. 403.

Haltbarkeit von Dampfturbinenschaukeln gegen die Wasserwirkung durch Dampfnaße. Nach E. Pohl. 622.

Diagramm s. Elektr. Maschinen.

Dielektrika s. Theor. Elektrot.

Dielektrizitätskonst. s. Theor. Elektr.

Dissertationen s. Abt. AIII, Schrifttum.

Drähte s. Leitungen.

Drahtlose Technik s. Funkwesen.

Drehbank s. Maschinenantrieb.

Drehfeldrichtung s. Meßtechnik.

Drehpulvergeräte s. Meßtechnik.

Drehstrommaschinen s. Elektr. Masch.

Drosselspulen.

Zur Berechnung der Kurzschlußerwärmung bei Drosseln. Nach J. Hak. 46.

Drosselspulen.

Betriebserfahrungen mit Erdschlußspulen in England. Nach M. Taylor u. P. F. Stritz. 288.

Druckgasschalter s. Schaltgeräte.

Druckmessung s. Meßtechnik.

Durchführungen s. Isolatoren.

Durchschlag s. Theoret. Elektrot.

Dynamometer s. Meßkunde.

Eingänge s. Abt. A III, Schrifttum.

Einheiten.

Feldvektoren und Elektronentheorie.

Nach W. Amrein. 48.

Giorgisches Maßsystem. Nach G. Giorgi. 204.

Einladungen s. Abt. AIV.

Els s. Elektriz.-Werke, Leitungen.

Elsen s. Stoffkunde.

Eisenbahnen s. Bahnbau.

Elektrische Maschinen.— **Allgemeines.**

Messebericht Elektromaschinenbau. 231. 409.

Elektrische Maschinen und Transformatoren auf der CIGRE-Tagung. 289.

Das Auswuchten umlaufender Maschinen am Aufstellungsort. Nach F. C. Rushing u. B. A. Rose. 504.

Elektr. Maschinen. (VDE-Bericht.) 519.

Die verschiedenen Kleinmotoren der Elektroindustrie. Nach R. Beyaert. 602.

Fachgruppe Elektromaschinenbau. R. Brüderlink. 673.

— **Theorie und Entwurf.**

Zur Berechnung der Kurzschlußerwärmung bei Drosseln. Nach J. Hak. 46.

Über das magnetische Feld im Luftspalt bei halboffenen Nuten. E. Ádám. 97. Arch. 64.

Der Temperaturverlauf in einem Stab eines Stromverdrängungs-Käfigläufermotors in Abhängigkeit von Ort und Zeit während des Hochlaufes. V. Roßmaier. 201. Arch. 124.

Zusatzverluste in Gleichstrommaschinen infolge der Kommutierung. Nach M. Ch. Galmische. 371.

Ausnutzung von Baustoff und Raum bei hochbeanspruchten Bahnmotoren. Nach M. Rossignol. 372.

Der Entwurf von zweischichtigen Wechselstromwicklungen. Nach H. Sequenz. 399.

Über die Nutstreuung elektr. Maschinen. H. Rothert. 566. 643. Arch. 306. 372.

Zusatzverluste von Gleichstrommaschinen. Nach Schilling u. Koopman. 566.

Pole für stabile Kennlinie. Nach G. Rebera. 592.

Messung der Kommutatorerwärmung bei elektr. Maschinen. Nach A. Orsi. 642.

— **Mechanischer Aufbau.**

Ein aufschlußreicher Schleuderversuch an einem Synchronmotoren-Läufer. K. Waimann. *37.

Kleinmaschinen. 232.

Getriebemotoren. 269.

Verwendung von Magnesiumlegierungen für elektr. Maschinen. A. Schanz. *611.

Elektrische Maschinen.**— Gleichstrommaschinen.**

Ein neuer tragbarer Gleichstromerzeuger.

Nach W. Kraus. 47.

Ausnutzung von Baustoff und Raum bei

hochbeanspruchten Bahnmotoren.

Nach M. Rossignol. 372.

Metadyne. C. Trettin. 396.

Eine Spitzenleistung des Elektromaschinenbaus. 503.

Einfluß der Spannungswelligkeit auf die Feinregelung eines Gleichstromgenerators mittels Verstärkerröhren. Nach K. Awaya, M. Emi u. S. Hasegawa. 619.

Untersuchung über die Lichtbogenbildung auf dem Kommutator von Gleichstrommaschinen. Nach O. Bron u. V. Alexandrov. 698.

— Synchronmaschinen.

Die Generatoren im Vargön-Kraftwerk

Schweden. Nach T. Strömberg. 17.

Ein aufschlußreicher Schleuderversuch an einem Synchronmotoren-Läufer. K. Waimann. *37.

Unsymmetrischer Kurzschluß an Wasserkraftgeneratoren bei kapazitiver Belastung. Nach C. F. Wagner. 121.

Parallelbetrieb, Frequenz-, Spannungs- und Leistungsregelung, Stabilität auf der CIGRE-Tagung. 289.

Eine neue Synchronuhr mit kurzfristiger Gangreserve. Nach A. Jarry. 373.

Zur Berechnung des synchronen Impulsfeldmotors. Nach H. Wögerbauer. 445.

Streuspannung und Ankerrückwirkung von Synchronmaschinen aus der Erregerstrom-Kennlinie (Tangenten-Methode). L. Binder. *492. B. 572.

Ein neues Verfahren zur Verhütung der selbsterregten Schwingungen bei Synchronmaschinen. Nach Kusakari. 591.

Die verschiedenen Schaltungen der allgemeinen Drehstrommaschine. E. Tüxen. 592. Arch. 329.

Experimentelle Ermittlung der Spannungsstabilität bei Synchron- und Asynchronmaschinen ungefähr gleicher Größe. W. Härter. 592. Arch. 340.

Die Drehstromgeneratoren für das Etzelwerk. Nach H. Schultheß. 593.

Bericht über Versuche an einem neuen Netzkupplungsumformer mit drehzahlregelbarer Synchronmaschine. K. G. Geisweid. *613.

Blindwiderstände des Längs- und Quersfeldes und Stabilitätskurven der Synchronmaschinen. G. di Vito. 699.

— **Asynchronmaschinen.**

Der Anlaufvorgang bei elektromotorischen Antrieben. Nach St. Hopferwieser. 18.

Die Auswahl von Drehstrommotoren für

Industrieantriebe unter besonderer

Berücksichtigung des Kurzschluß-

läufermotors. W. Schlotmann. *49.

Kurzschlußläuferausführungen und ihre

Kennlinien. S. Brockhaus. Vortr. *53.

Untersuchungen über den selbsterregten

Asynchrongenerator. C. F. Moncada.

121. Arch. 1.

Zur Berechnung des einphasigen Induk-

tionmotors. Nach A. F. Puchstein

u. T. C. Lloyd. 121.

Drehzahlregelung des Induktionmotors

durch Änderung der Netzfrequenz.

W. Schuisky. *145.

Zur Theorie des Drehstrom-Regelsatzes

nach A. Heyland. G. Leiner. 176.

Arch. 71.

Elektrische Maschinen.

Der Temperaturverlauf in einem Stab eines Stromverdrängungs-Käfigläufermotors in Abhängigkeit von Ort und Zeit während des Hochlaufes. V. Roßmaier. 201. Arch. 124.

Beitrag zur Bestimmung der Ortskurve und des Drehmomentes eines Doppelnutmotors. H. Th. Berg. 201. Arch. 131.

Leichtmetallmotor. 231.

Eine einfache Konstruktion der Stromkurve von hochgesättigten Drehstrommotoren. G. Schwabe. *287.

Einphasen-Kondensatormotoren. Nach P. Huggins. 471.

Die verschiedenen Schaltungen der allgemeinen Drehstrommaschine. E. Tüxen. 592. Arch. 329.

Experimentelle Ermittlung der Spannungsstabilität bei Synchron- und Asynchronmaschinen ungefähr gleicher Größe. W. Härter. 592. Arch. 340.

Das synchrone Schleichen des Induktionmotors. Nach Y. Hasumi. 619.

— Wechselstrom-Kommutatormasch.

Zur Theorie des Drehstrom-Regelsatzes nach A. Heyland. G. Leiner. 176. Arch. 71.

Sonderschaltungen für läufergespeiste Drehstrom-Nebenschlußmotoren. 269.

Das Kreisdiagramm des läufergespeisten Drehstromkommutatormotors. H. Schack-Nielsen. 295. Arch. 187.

Zur rechnerischen Untersuchung der Kommutierungsverhältnisse von Drehstrom-Kommutatormaschinen mit besonderer Berücksichtigung der Heylandschen Hintermaschine. G. Leiner. 320. Arch. 139.

Ausnutzung von Baustoff und Raum bei hochbeanspruchten Bahnmotoren. Nach M. Rossignol. 372.

Die Drehstrom-Reihenschlußmaschine als Hintermaschine bei rein unter-synchroner Drehzahlregelung. Nach G. Leiner. 425.

Scherbius-Regelung mit Gleichlauf-einrichtung für Walzwerksantriebe. H. Bauer. *497.

— Umformer.

Eine neue Umformerart für die Kuppelung von Wechselstromnetzen. A. Leonhard. *117.

Bericht über Versuche an einem neuen Netzkupplungsumformer mit drehzahlregelbarer Synchronmaschine. K. H. Geisweid. *613.

Elektrisierung s. Bahnbau, Energiewirtschaft.

Elektrizitätswerke (s. a. Bahnbau).

Amerika. 71. Brf. 352.

Augst. 201.

Berlin. 487.

Chicago. 71.

Deutschland. 487.

Frankreich. 48. 295. 693.

Gelderland. *63. B. 136.

Génissiat. 295.

Holland. *63. B. 136.

Japan. 147.

Rincón del Bonete. *557.

Schweiz. 201. 507. 556.

Uruguay. *557.

— Allgemeines.

Eisstörungen bei Wasserkraftanlagen. Nach A. Härry. 344.

Elektrizitätswerke.

Kraftwerksbau (VDE-Bericht). 518.

— Anlagen.**— — Wasserkraftwerke.**

Eine neue Wasserkraftanlage in Japan. 147.

Das Werden des Kraftwerkes „Augst“. Nach E. Rometsch. 201.

Kraftwerk Génissiat a. d. Rhone. Nach J. Dumas u. R. Gourjon. 295.

Das Wasserkraftwerk Rincón del Bonete am Rio Negro in Uruguay. G. Gormann. *557.

— — Wärmekraftwerke.

Das neue holländische Kraftwerk „Gelderland“. J. J. Fels. *63. B. 136.

Ein neues amerikanisches Vorschalt-Kraftwerk. 71. Brf. 352.

Die Entwicklung der großen Wärmekraftwerke in Frankreich. Nach M. Mancy u. M. Chambadal. 693.

— Verschiedene Werke und Unterwerke.

Zur Frage des Gesamtwirkungsgrades der Windkraft-Elektrizitätswerke. E. Rogge. 17.

Die Unterwerke der elektrisierten Strecke Paris—Le Mans. Nach Garreau u. Vinson. 48.

— Belastungsverhältnisse.

Verbesserung der Belastungsverhältnisse durch zeitliche Begrenzung der Heißwasserspeicher-Einschaltung. Nach E. Vinet. 296.

— Betriebsüberwachung.

Praktische Erfahrungen bei Revisionen von Hochspannungs-Abnehmeranlagen im Versorgungsgebiet der Bewag. Nach Boening. Vortr. 487.

Selbsttätige Spannungsregelung einer Gasmaschinenzentrale. H. Bendfeld. *559.

Überwachung von Unterstationen für Bahnbetrieb. Nach C. G. White. 591.

— Blindstromfragen.

Leistungsfaktor-Verbesserung im Hochspannungsnetzbetrieb der Nordostschweizerischen Kraftwerke (NOK). Nach A. Hauser. 556.

Leistungsfaktor-Verbesserung in Industrieanlagen. Nach C. T. Pearce. 591.

— Parallelbetrieb.

Verbundbetrieb von Elektrizitätswerken. Nach Maurer. Vortr. 683.

— Erdung.

Die Leitfähigkeit des Bodens in Abhängigkeit von seiner Feuchtigkeitsverteilung. E. Hirt. *43.

Die Vorausbestimmung des Ausbreitungswiderstandes von Starkstromern. Nach K. A. Henney. 45.

Verbesserung der Masterdungswiderstände von Hochspannungsleitungen. O. Dworeck. *185.

Erdungsprüfer für geerdete und genullte Geräte. Nach G. Induni. 504.

Betriebserfahrungen mit Erdungs-, Nullungs- und Schutzschaltungs-Einrichtungen in der großstädtischen Elektrizitätsversorgung. G. Böninger. Brf. 510.

— E. Krohne. Brf. 511.

— Geschäftlich-Wirtschaftliches.

Statistik der Elektrizitätswerke der Schweiz. 507.

— E. Krohne. Brf. 511.

— Geschäftlich-Wirtschaftliches.

Statistik der Elektrizitätswerke der Schweiz. 507.

Elektrizitätswirtsch. s. Energiewirtsch.

Elektrizitätszähler s. Meßtechnik.

Elektroakustik s. Techn. Akustik.

Elektrochemie.

Chemische Selbstkorrosionen an Fernkabeln. Nach H. Jokisch. 121.
Die Funkenelektrolyse. Nach P. Jolibois. 506.

Elektroindustrie s. Abt. A V, Gesch. Mitt.
Elektrolyse s. Elektrochemie.
Elektromagnete s. Magnetismus.
Elektrometer s. Meßtechnik.
Elektronen s. Theoret. Elektrot.
Elektronenoptik s. Theor. Elektrot.
Elektrowärme s. Wärmetechnik.

Elemente.

Luftsauerstoff-Elemente. 278.
Über die Möglichkeiten des braunsteinlosen Verfahrens zur Herstellung galvanischer Batterien. Nach K. Drotschmann. 298.

Emaile s. Stoffkunde.

Empfänger s. Funkwesen.

Endverschluß s. Leitungen.

Energie s. Messung.

Energiewirtschaft (s. a. Rechtspflege).**— Wasserwirtschaft.**

Der Ausbau des Hochrheins zur Kraft-erzeugung. 299.

— Wärmewirtschaft.

Erreichte thermo-dynamische Wirkungsgrade der Stromerzeugung in den V. S. Amerika und England. Nach A. E. Knowlton. 403.

— Elektrizitätswirtschaft.**— — Allgemeines.**

Verbundbetrieb zwischen Elektrizitätswerk und Gaswerk. Nach W. Weingärtner. 451.

Einflüsse auf die Ausbreitung des Haushaltstrom-Verbrauchs. Nach J. A. Sumner. 507.

Elektrisierung auf dem Lande. Nach J. S. Picklas. 596.

— — Deutschland.

Zur Statistik der deutschen Elektrizitätswirtschaft. B. Thierbach. *179.

Vereinheitlichung der Berliner Elektrizitätswirtschaft. 300.

Verein zur Überwachung der Kraftwirtschaft der Ruhrzechen Essen. Jahresbericht 1936/37. 346.

Österreichs Elektrizitätswirtschaft. *347.

Die deutsche Elektrizitätswirtschaft in den letzten sechs Jahren (1932 bis 1937). B. Thierbach. *354.

Zur Statistik der deutschen Elektrizitätswirtschaft. B. Thierbach. 449.

Die Elektrizitätswirtschaft. (VDE-Bericht). 516.

Erzeugung und Verbrauch elektr. Arbeit in Deutschland. 625.

— — Übriges Europa.

Die Elektrizität in Belgien, wirtschaftliche und finanzielle Organisation. Nach L. Michel. 404.

Die tschechoslowakische Stromerzeugung. 451.

Frankreichs Elektrizitätsversorgung 1937. 451.

Statistik der Elektrizitätswerke der Schweiz. 507.

— — Asien.

Die Elektrizitätswirtschaft Niederländisch-Indiens. 181.

Die Elektrizitätswirtschaft in Japan. 623.

Entladung s. Lichttechnik, Röhren, Theoretische Elektrot.

Erdschluß und Erdschlußschutz.

Betriebserfahrungen mit Erdschlußspulen in England. Nach M. Taylor u. P. F. Stritz. 288.

Erdung und Löschung des Erdschlußstromes auf der CIGRE-Tagung. 293.
Übersicht über den heutigen Stand des Erdschlußschutzes. H. Titze. Brf. 380.

Erdung s. Elektrizitätswerke.

Erwärmung s. Drosselspulen, Elektr. Maschinen, Leitungen, Meßtechnik, Überstrom, Wärmetechnik.

Fahrleitungen s. Bahnbau.

Fahrzeit s. Bahnbau.

Fahrzeuge s. Bahnbau, Kraftfahrzeuge, Schifffahrt.

Fassungsdraht s. Leitungen.

Fehlerortsbestimmung s. Leitungen.

Feld, elektr., s. Theor. Elektrot.

Feld, magn., s. Elektr. Maschinen, Magnetismus.

Feldstärke s. Funkwesen, Meßkunde.

Fernsehen s. Bildtelegraphie.

Fernsprechwesen.**— Allgemeines.**

Über das Zusammenschalten von mehreren Fernsprechleitungen zu Konferenz- oder Sammelverbindungen. Nach H. Düll. 73.

Fernsprechstellen der Welt. 130.

Ein neues Anrufsystem für Gesellschaftsleitungen. Nach R. Dreyfus. 372.

Messebericht Fernmeldetechnik. 414.

Das 12-Kanal-Trägerfrequenzsystem Bristol-Plymouth. Nach A. S. Angwin u. R. A. Mack. 446.

Fernsprechwesen. (VDE-Bericht). 535.

Vielfachausnutzung von Freileitungen durch neuzeitliche Dreifach-Trägerfrequenzsysteme (T_1/T_3 -Systeme). Nach L. Graf. 621.

Fachgruppe Telegraphie und Fernsprechen. A. Mentz u. H. Busch. 680. 681.

Die Fernmeldeanlagen des Gästehauses der Stadt der Reichsparteitage. W. Fösel. *685.

Technische Neuerungen auf dem Gebiete des Fernmeldewesens in den V. S. Amerika im Jahre 1937. Nach St. R. Edwards. 694.

— Fernsprechverkehr.

Praktische und theoretische Rechnungsunterlagen für den Fernsprechverkehr. Nach F. Lubberger. 203.

Eine Theorie der Verluste in Fernsprechanlagen. Nach F. Hahn. 372.

— Fernsprechgeräte.

Zeitmesser. 246.

Stand der Entwicklung von Mikrofonen und Telefonen für Teilnehmerapparate. H. Panzerbieter. *550.

— Selbstanschlußwesen.

Messebericht Fernmeldetechnik und Rundfunk. 246.

Wahlämter in Landbezirken Großbritanniens. Nach E. P. G. Wright. 645.

— Fernsprechstörungen.

Geräuschstörungen bei der Übertragung von Sprache auf Leitungen. W. Wild. Votr. *385. Brf. 405.

— E. Schulze. Brf. 405.

Beeinflussung von Fernmeldeanlagen durch Starkstromleitungen. (VDE-Bericht). 536.

Nichtlineares Nebensprechen bei der gemeinsamen Übertragung mehrerer modulierter Trägerwellen. Nach F. Strecker. 567.

Fernwirktechnik.

Die Fernsteueranlagen der Strecke Paris — Le Mans der französischen Staatsbahnen. 48.

Fernbedienungsanlagen. Nach W. Henning. Votr. 101.

Motorzähler für Widerstandsmessungen. Nach W. Geyger. 150.

Eine neue selbsttätige Steuerung für stetige Fördereinrichtungen. A. Orth. *220.

Überstromfernschalter. 238.

Transkommandosystem. 240.

Der Umkehrfernschalter und die damit verbundene Installationsweise. F. Lucan. *261.

Fernschaltung von Lampen. 267.

Fernwirktechnik auf der CIGRE-Tagung. 293.

Fernwirktechnik (VDE-Bericht). 525.

Erfahrungen mit fernsignalisierten Gleichrichterwerken. Nach E. Eckert. Votr. 604.

Feuchtigkeitsmesser s. Meßtechnik.

Feuer s. Brand.

Filter s. Funkwesen, Gasreinigg., Regelg.

Flechtmaschine s. Leitungen.

Flugwesen s. Luftfahrt.

Förderanlagen s. Maschinenantrieb.

Freileitungen s. Leitungen.

Freiluftanlagen s. Schaltanlagen.

Frequenz s. Meßtechnik.

Funkstrecke s. Meßtechn., Theor. Elektr.

Funkwesen.**— Allgemeines.**

Funkwesen (VDE-Bericht). 536.

Fachgruppe Funktechnik. A. Meißner. 682.

— Wellenausbreitung.

Vergleich zwischen Tannenbaumstrahler und Parabolspiegel hinsichtlich ihrer Eigenarten bei der Ausstrahlung von Kleinstwellen. Nach K. Morita u. K. Hayashi. 370.

Ungewöhnliche Zustände der Ionosphäre. Nach G. Leithäuser u. B. Becker. 401.

Bestimmung des zulässigen Feldstärkeverhältnisses zweier gleichzeitig empfangenen Sender in Abhängigkeit vom Frequenzabstand. Nach J. Großkopf u. E. Meinel. 567.

Nachrichtenverkehr mit ultrakurzen Wellen. Nach E. H. Ullrich. 596.

Der Reflexionskoeffizient der Erdoberfläche für Funkwellen. Nach J. S. McPetrie. 701.

— Funkverbindungen.

Eine neue drahtlose Verbindung auf Dezimeterwellen in Holland. Nach v. Lindern u. de Vries. 125.

Neun-Kanal-Ultra-Kurzwellen-Telephonie in England. 125.

Die Funktelegraphie in Österreich. Nach M. Benesch. 372.

— Rundfunk.

Vom tschechoslowakischen Rundfunk. 126.

Hochfrequenz-Telephonrundspruch in der Schweiz. Nach H. Koller. 149.

Messebericht Fernmeldetechnik und Rundfunk. 246.

9,6 Millionen Rundfunkteilnehmer. 508.

— Funkstörungen.

Rundfunkstörungen durch Zwischenfrequenz-Empfänger. Nach W. Gerber u. A. Werthmüller. 177.

Funkwesen.

Zur Frage niederfrequenter Rundfunkstörungen bei Gleichrichterspeisung. R. Moebes. *311.

Messung des hochfrequenten Fahrdrachtscheinwiderstandes von Straßenbahnen. Nach W. Gerber u. H. Kölliker. 346.

Hochfrequente Rundfunkstörungen durch Bahngleichter. Nach W. Gerber u. H. Kölliker. 346.

Die elektr. Bordanlage von Flugzeugen. H. Viehmann. *361.

Maßnahmen zur Bekämpfung des Empfangsschwundes beim Kurzwellenempfang durch Mehrfachantennen. Nach H. V. Griffiths. 398.

Rundfunkstörungsmessungen an Straßenbahnen. F. Eppen u. H. Seiberth. *629.

— **Funkstationen.**

Praktische Messungen an Gemeinschaftsantennen-Anlagen. Nach K. Müller u. O. Schneider. 100.

Kurzwellensender für Persien. 298.

Maßnahmen zur Bekämpfung des Empfangsschwundes beim Kurzwellenempfang durch Mehrfachantennen. Nach H. V. Griffiths. 398.

— **Funksender.**

Die Technik des Magnetfeldröhrensenders. Nach O. H. Groos. 86.

Verstärkung und Selbsterregung von Dezimeterwellen in den normalen Schaltungen mit Gittersteuerung. Nach H. Mailandt. 297.

Die stetig steuerbare gasgefüllte Verstärkerröhre und ihre Anwendung als Hochfrequenzzeuger. J. Nienhold. *329.

Kapazitive Überströme in Senderröhren. Nach M. Mariani. 644.

— **Funkempfänger.**

Die selbsttätige Scharfabstimmung. Nach E. Kettel u. H. Oltze. 360.

Gegenkopplungsschaltungen unter besonderer Berücksichtigung der Rundfunkempfänger. Nach L. Brück. 480.

— **Verschiedene Funkgeräte.**

Der Gütefaktor von Kurzwellenspulen. Nach P. C. Michel. 178.

Gemeinschaftsantennen. 246.

Breite Quarzregelfilter. Nach W. Kautter. 321.

Die selbsttätige Scharfabstimmung. Nach E. Kettel u. H. Oltze. 360.

Piezoquarze für ultrakurze Wellen. Nach I. Koga. 701.

— **Funkpeilung.**

Richtfunkbakensender für Flugplätze. Nach P. Zijlstra. 427.

— **Verschiedene Anwendungen.**

Amerikanische Flugsicherungstechnik. F. W. Petzel. *137. *168.

Nachrichtenverkehr mit ultrakurzen Wellen. Nach E. H. Ullrich. 596.

Galvanometer s. Meßtechnik.

Gasentladung s. Lichttechn., Röhren, Stromrichter, Theoret. Elektrot.

Gasreinigung.

Bemerkenswerte Gichtgas-Elektrofilteranlage. Nach K. Guthmann. 99.

Gebührenordnung s. Ingenieure.

Gegeninduktivität s. Meßtechnik.

Generatoren s. Elektr. Maschinen.

Geräusch s. Fernsprechwes., Techn. Akust. **Geschäftl. Mitteilungen** s. Abt. A V.

Geschichte.

Die Entwicklung der Niederspannungsschaltgeräte. H. Franken. *461.

Entwicklung und gegenwärtiger Stand der Starkstromkabeltechnik. Nach E. Sesini. 602.

Die Bedeutung einer „Geschichte der Elektrotechnik“. G. Dettmar. *618.

Jubiläum der Berliner S-Bahn. 646.

Jubiläum der ältesten Kurzschluß-Veruchsanlage. 702.

Gesetze s. Rechtspflege.

Gewitter s. Überspannung.

Gleichrichter s. Stromrichter.

Gleichstrommaschinen s. Elektr. Masch.

Gleichungen s. Mathematik.

Glühmöhren s. Lichttechnik.

Glühlampen s. Lichttechnik.

Glühöfen s. Wärmetechnik.

Halbleiter s. Theoret. Elektrot.

Hartpapier s. Stoffkunde.

Hebezeuge s. Maschinenantrieb.

Heizung s. Wärmetechnik.

Herd s. Wärmetechnik.

Hochfrequenz s. Funkwesen, Meßtechnik, Röhren, Theoret. Elektrot., Verstärkertechnik.

Hochfrequenzöfen s. Wärmetechnik.

Hochfrequenztelephonie.

Hochfrequenz-Telephonrundspruch in der Schweiz. Nach H. Keller. 149.

Hochspannung s. Isolatoren, Leitungen, Meßkunde, Schaltanlagen, Schaltgeräte, Tagungen, Theoret. Elektrot., Transformatoren, Überspannung, Überstrom.

Höhenstrahlen s. Physik.

Hörnerschalter s. Schaltgeräte.

Hütte s. Maschinenantrieb.

Hystereseschreiber s. Meßtechnik.

Ikonskop s. Bildtelegraphie.

Induktionsmotor s. Elektr. Masch.

Induktionsofen s. Wärmetechnik.

Induktivität s. Meßtechn., Theor. Elektr.

Industrie s. Abt. AV, Gesch. Mitt.

Ingenieure.

Unsere Söhne werden Spezialisten. Nach G. E. Doan. 154.

Aufruf betr. NS.-Studentenbund. 301.

Der unabhängige Beratende Ingenieur in seiner Bedeutung für das Wirtschaftsleben. Nach A. Plümecke. 451.

Das Jungingenieurtreffen 1938 in Köln. H. Hasse. 683.

Die Ethik des Ingenieurberufs. Nach E. Maier. Vortr. 683.

Installationswesen.

Schalter s. Schaltgeräte.

Feuerwehr und Leuchtrohrenanlagen. Nach H. Scheele. 20.

Ein neues Stromverteilungssystem für große Gebäude. Nach A. Janzen. 20.

Sicherheitsgedanken in der Elektrotechnik. Nach Dransfeld. 55.

Sicherungsverteilungskasten. 237.

Heimische Werkstoffe in der Installations-technik. F. Polenz. Vortr. *249.

Installationswesen.

Messebericht Installationstechnik. 267.

Abschaltbare Gerätesteckdosen. 268.

Geräte-Anschlußkästen. 268.

Hauptleitungs-Abzweigklemmen für Aluminiumdraht-Abzweige. 268.

Klemmleisten. 268.

Abbinden und Isolieren von Leitungen. 269.

Die elektr. Bordanlage von Flugzeugen. H. Viehmann. *361.

Messebericht Installationstechnik. 414.

Ergebnisse aus der Prüfung von Niederspannungsanlagen. E. Schulz u. G. Paschke. *585.

Die Elektrotechnik in der Industrie. R. Bingel. Vortr. *659.

Institute (s. a. Prüfämter).

Forschungsstelle für Elektrowärme. 48.

Ionisation s. Theoret. Elektrot.

Ionosphäre s. Funkwesen.

Isolatoren.

Störungen an Durchführungen und Maßnahmen dagegen. Nach S. Miyauchi. 10.

Feststellung fehlerhafter Stützen-Isolatoren auf Holzmasten während des Betriebes. Nach L. Martenet. 147.

Der gegenwärtige Stand der Frage des elektr. Sicherheitsgrades in den V. S. Amerika. P. Jacottot. *197.

Messebericht Leitungen und Zubehör. 233.

Gekittete Kugelpfopf-Isolatoren. 234.

Langstab-Isolatoren. 234.

Großisolatoren in Hohlraumform. 235.

Niederspannungsisolator mit keramischer Stütze. 235.

Isolatoren auf der CIGRE-Tagung. 292.

Messebericht Isolatoren. 412.

Neuartige Prüfstange zur Untersuchung von Isolatorenketten. Nach L. Kaiblinger. 445.

Isolierstoffe s. Stoffkunde.

Jubiläum s. Geschichte, Abt. A II, Persönliches u. Abt. A V, Gesch. Mitt.

Kabel s. Leitungen.

Kamera s. Photographie.

Kapazität s. Kondensat., Theor. Elektrot.

Kapselung s. Schaltanlagen.

Kardiogramm s. Medizin.

Kathodenszilogroph s. Meßtechnik.

Kessel s. Dampfkessel.

Klang s. Techn. Akustik.

Klemmen s. Install., Leitungen.

Kilmaanlagen s. Regelung.

Kochgeräte s. Wärmetechnik.

Kohle s. Stoffkunde.

Kommutator s. Elektr. Maschinen.

Kondensatoren.

Parallel-Kondensatoren mit selbsttätiger Zu- und Abschaltung. Nach E. H. Hoehn. 122.

Quantitative Messungen an Kondensatorenentladungen. Nach E. Blum u. W. Finkelnburg. 202.

Über Elektrolytkondensatoren und ihre Herstellung. R. Meyer-Bartholdt. Brf. 207.

— O. Bücking. Brf. 207.

Messebericht Kondensatoren. 242.

Keramische Kondensatoren. 242.

Topfkondensatoren. 242.

Kondensatoren.

Kleinblockkondensatoren. 242.

Normalkondensatoren. 243.

Der Phasenschieber-Kondensator unter dem Einfluß stationärer und nichtstationärer Überspannungen in Versorgungsnetzen. P. Hochhäusler. Vortr. *457.

Kapazitäten und Induktivitäten als verzerrende Elemente. C. Budeanu. 506. Arch. 251.

Schwingungsanfängung durch einen Elektronenstrahl im Felde des Plattenkondensators. Nach A. Recknagel. 598.

Betriebserfahrungen mit Kondensatoren in Starkstromanlagen. H. Schwenk-hagen. *599.

Stromkreise mit zeitlich veränderlicher Kapazität. H. Ziegler. 646. Arch. 405.

Kondensatormotor s. Elektr. Maschinen.**Kongresse** s. Tagungen.**Kontakte** s. Schaltgeräte.**Korona** s. Leitungen.**Korrosion** s. Elektrochemie, Leitungen.**Kraftfahrzeuge** (s. a. Akkumul.).

Neue Ausrüstung für dieselelekt. Omnibus. Nach J. C. Aydelott. 149.

Die Elektrotechnik auf der Internationalen Automobil- und Motorrad-Ausstellung Berlin 1938. H. Hasse. *316.

Die Internationale Automobil- und Motorradausstellung Berlin 1938. W. Rö-diger. *318.

Die elektr. Bordanlage von Flugzeugen. H. Viehmann. *361.

Elektrofahrzeuge (VDE-Bericht). 530.

Kraftübertragung s. Leitungen.**Kraftwerke** s. Elektrizitätswerke.**Krane** s. Maschinenantrieb.**Kühe** s. Wärmetechnik.**Kupfer** s. Stoffkunde.**Kurzschluß** s. Meßkd., Überstrom.**Kurzschlußläufer** s. Elektr. Masch.**Ladung** s. Akkumul., Theoret. Elektrot.**Lageröl** s. Meßkunde.**Lampen** s. Lichttechnik.**Lautsprecher** s. Techn. Akustik.**Lehren** s. Meßtechnik.**Leistungsfaktor** s. Elektr.-Werke, Strom-richter.**Leistungsmessung** s. Meßtechnik.**Leitfähigkeit** s. Theor. Elektrot.**Leitsätze des VDE** s. Abt. A IV.**Leitungen** (s. a. Bahnbau).— **Allgemeines.**

Fachgruppe Energieübertragung. W. Maurer. 670.

— **Elektr. Leitungs- u. Netzberechnung.**

Ein neues Stromverteilungssystem für große Gebäude. Nach A. Janzen. 20.

Parallel-Kondensatoren mit selbsttätiger Zu- und Abschaltung. Nach E. H. Hoehn. 122.

Organisation und Betrieb der Netze auf der CIGRE-Tagung. 292.

Die graphische Darstellung der Leitwert-, Strom- und Leistungsgrößen eines Vierpoles bei konstanter Ausgangsspannung und beliebiger Endbürde (Anwendung auf Freileitungen). H. Kafka. 298. Arch. 161.

Über Leistungs- und Arbeitsbilanzen der allgemeinen Übertragungsleitung. Nach J. Ossanna. 503.

Leitungen.— **Korona.**

Die Gesetze der Koronakennlinien bei Gleichspannung. H. Prinz. 178. Arch. 114.

Verzerrung von Wanderwellen durch Koronaerscheinungen. Nach H. Ogawa. 564.

— **Freileitungen.**

Künstliche Heizung zur Verhütung von Rauhreifbildung. H. Roth. *93.

Schwingungsversuche mit Tragbunden für Aluminium-Freileitungsseile. Nach P. Behrens. 176.

Messebericht Leitungen und Zubehör. 233.

Aluminium-Zentralklemmen. 235.

Rohrverbinder. 235.

Hauptleitungs-Abzweigklemme für Aluminiumdraht-Abzweige. 268.

Freileitungen, Leitungsschwingungen, Maste und Fundamente auf der CIGRE-Tagung. 291.

Rauhreif, Schnee- und Eislast auf der CIGRE-Tagung. 292.

Abschmelzen von Eisbehang auf Freileitungen ohne Betriebsunterbrechung durch planmäßige Schaltungen. 345.

Verlegung schwingungsdämpfender Stahlaluminiumleitungen. Nach P. Behrens. 471.

Freileitungen. (VDE-Bericht.) 526.

— **Maste.**

Konservieren hölzerner Leitungsmaste durch die Azetylen-Sauerstoff-Flamme. 71.

Verbesserung der Masterdungswiderstände von Hochspannungsleitungen. O. Dworeck. *185.

Freileitungen, Leitungsschwingungen, Maste und Fundamente auf der CIGRE-Tagung. 291.

60 kV-Freileitung und Freiluftstation mit Großbetonmasten. Nach J. Handler. 619.

— **Kabel, Allgemeines.**

Chemische Selbstkorrosionen an Fernkabeln. Nach H. Jokisch. 121.

Buna in der Kabeltechnik. H. Roelig. *172.

Kunststoffe im Kabel- und Leitungsbau. P. Nowak. 174.

Kabel-Erwärmungsmesser. 275.

— **Starkstromkabel.**

Porzellankabel. Nach H. Ziegler. 72. B. 136.

Messebericht Leitungen und Zubehör. 233. 412.

Zwergendverschluß. 233.

128 kV-Ölkabel. 233.

Porzellankabel. 233.

Kabel auf der CIGRE-Tagung. 291.

Kabel. (VDE-Bericht.) 526.

Ein elektrisches Verfahren zur Ermittlung von Unregelmäßigkeiten des Bleimantels von Kabeln. Nach W. E. Laycock. 565.

Entwicklung und gegenwärtiger Stand der Starkstromkabeltechnik. Nach E. Sesini. 602.

Fachgruppe Starkstromkabel. U. Meyer. 671.

Das Kriechen von Röhrenkabeln. Nach A. C. Timmis. 695.

— **Kabelprüfung und Kabelfehler.**

Wechselstromverfahren zur Bestimmung des Fehlerortes an Starkstromkabeln. E. Widl. 96. Arch. 28.

Hochspannungsmassekabel unter Gasdruck. 96.

Kondensatorkegel für die Kabelprüfung. Nach J. K. Webb. 122.

Leitungen.

Ein neuartiger Stoßspannungsgenerator zur Kabelprüfung. K. Buss. *437.

Hochspannungs-Kabelfehlerstatistik 1936. Nach W. Zimmermann. 503.

Aufdeckung von Hohlräumen in Kabeln. Nach K. S. Wyatt, D. L. Smart u. J. M. Reynar. 565.

Zehn Jahre Kabelfehlerstatistik in der Schweiz. Nach R. Gertsch. 584.

Ein tragbarer 5 kV-Gleichstromerzeuger. Nach E. Foretay. 593.

Fehlerortsbestimmung in gasgefüllten Kabeln. Nach I. M. Walton. 620.

— **Fernmeldeleitungen.**

Physik der Fernsprechkabel bei höheren Frequenzen. Nach G. Wuckel. 297.

Stand der Breitbandkabeltechnik in Deutschland. Nach K. Höpfner u. H. F. Mayer. 423.

— **Isolierte Leitungen.**

Flechtmaschinen. 278.

Wärmebeständiger Fassungsdraht und die daran zu stellenden Anforderungen. Nach Ir. J. C. van Staveren. 446.

Leuchten s. Lichttechnik.**Licht** s. Physik.**Lichtbogen** s. Theoret. Elektrot.**Lichtbogenofen** s. Wärmetechnik.**Lichttechnik.**— **Allgemeines.**

Das Lichtfeld. Nach A. A. Gersun u. A. Blondel. 148.

Messebericht Lichttechnik. 272.

Lichttechnik. (VDE-Bericht.) 533.

— **Sehvermögen und Lichtwirkung.**

Künstliches Tageslicht. Nach M. Luckiesh, A. H. Taylor u. G. P. Kerr. 594.

— **Photozellen.**

Messebericht Photozellen. 240.

Lichtschranke. 242.

Selen-Photowiderstände. 242.

Gegentaktzelle. 242.

Ein neuer photoelektr. Hystereseschreiber. Nach R. F. Edgar. 399.

Zählung der Besucher der Weltausstellung Paris 1937 mittels Photozellen. Nach V. Poret. 402.

Untersuchungen an Selenphotoelementen. Nach L. Bergmann u. R. Pelz. 447.

Entwicklungsstand in Physik und Technik neuzeitlicher Photozellen. W. Kluge. *647.

— **Glühlampen.**

Die industrielle Herstellung von Krypton und Xenon für Glühlampen. 177.

Künstliches Tageslicht. Nach M. Luckiesh, A. H. Taylor u. G. P. Kerr. 594.

Über das Problem der Leuchtkörperzusammendrängung in gasgefüllten Glühlampen. Nach K. Moers. 700.

— **Gasentladungslampen.**

Zur „Alterung“ von Quarzlampen. E. Hasché. *119.

Über die Welligkeit der Lichtemission bei wechselstrombetriebenen Leuchtstoff-Entladungsröhren. Nach E. G. Andresen. 124.

Eine neue Strahlungsquelle für Ultraviolett-Bestrahlung. Nach H. Krefft, K. Larché u. A. Rüttenauer. 203.

Messebericht Glimmröhren. 240.

Induktionsröhre. 242.

Quecksilberdampf- und Mischlichtleuchten. 272.

Messebericht Beleuchtungstechnik. 414.

Lichttechnik.

Moderne Wege der elektr. Lichterzeugung. Nach F. Ernst. Votr. *429. B. 488.

— **Verschiedene Lampen.**

Technische Ausführung einer Lichtquelle mit gleichbleibender Energie im Bereich sichtbarer Wellenlängen. Nach M. v. Ardenne. 428.

Versuche mit nachleuchtenden Leuchtstoffen. Nach E. G. Andresen. Votr. 620.

— **Leuchten.**

Innenleuchten. 272.

Beleuchtung von Verkehrsschildern. 272.

Grubenlampen. 273.

Werkplatzleuchten. 273.

Messebericht Beleuchtungstechnik. 414. 422.

— **Entwurf von Beleuchtungen.**

Das Lichtfeld. Nach A. A. Gersun u. A. Blondel. 148.

— **Innenbeleuchtung.**

Notbeleuchtungs- und Paniklichtgeräte. 241.

Luftschutzverdunkelung für Innenräume. E. Bleser. *337.

Ein neues Mittel der Luftschutzbeleuchtung von Kraftwerken und anderen Betriebsanlagen. Nach N. Riehl. Votr. 641.

— **Fahrzeugbeleuchtung.**

Das Licht am Fahrzeug entsprechend den Anforderungen der neuesten Straßenverkehrs-Ordnung. Nach Höpcke. Votr. 652.

— **Reklamebeleuchtung.**

Feuerwehr und Leuchtröhrenanlagen. Nach H. Scheele. 20.

— **Signalbeleuchtung.**

Neues Leuchtfeuer für die Insel Ouessant. Nach DeRouville u. A. Dargenton. 446.

Literatur s. Abt. A III, Schrifttum.

Lokomotiven s. Bahnbau.

Löten s. Wärmetechnik.

Lüfter s. Maschinenantrieb.

Luftfahrt.

Amerikanische Flugsicherungstechnik. F. W. Petzel. *137. *168.

Luftschutzverdunkelung für Innenräume. E. Bleser. *337.

Die elektr. Bordanlage von Flugzeugen. H. Viehmann. *361.

Richtfunkbakensender für Flugplätze. Nach P. Zijlstra. 427.

Ein neues Mittel der Luftschutzbeleuchtung von Kraftwerken und anderen Betriebsanlagen. Nach N. Riehl. Votr. 641.

Luftschutz s. Luftfahrt.

Magnesium s. Stoffkunde.

Magnetismus (s. a. Meßtechn.).

— **Theorie.**

Ein neues Prüfgerät für permanente Magnete. W. Breitling. *89.

Sättigungsmagnetisierung und Annäherungsgesetz des Eisens. Nach W. Steinhaus, A. Kußmann u. E. Schoen. 100.

Messebericht Werkstoffe. 422.

Temperaturkoeffizient permanenter Magnete. Nach A. C. Whiffin. 597.

— **Anwendungen.**

Elektromagnet mit konstanter Zugkraft bei großem Hub. Nach C. A. Traenkle. 371.

Magnetismus.

Schwebende Aufhängung durch elektromagnetische Kräfte: eine Möglichkeit für eine grundsätzlich neue Fortbewegungsart. H. Kemper. *391.

Starker Elektromagnet mit geringem Energieverbrauch. Nach W. Steubing. 474.

Entwurf der Dämpferwicklung bei Wechselstrom-Hubmagneten. Nach F. Unger. 697.

Manganin s. Stoffkunde.

Manometer s. Meßtechnik.

Maschinen s. Bahnbau, Dampfturbinen, Elektr. Maschinen, Maschinenantrieb, Wasserturbinen.

Maschinenantrieb.— **Allgemeines.**

Elektr. Ausrüstung für Industrieantriebe in den V. S. Amerika. W. Engel. *23.

Die Auswahl von Drehstrommotoren für Industrieantriebe unter besonderer Berücksichtigung des Kurzschlußläufermotors. W. Schlotmann. *49.

Messebericht Antriebstechnik. 269.

Leuchtbild-Steuergerät. 269.

Elektro-hydraulischer Kraftantrieb. 270.

Einschaltdauer und Überlast im aussetzenden Betrieb. Nach A. J. Schmidke. 371. Arch. 260.

Messebericht Elektromotorische Antriebe, Elektrowerkzeuge. 416.

Der Dreiphasen-Stromrichter und seine Steuerung bei Betrieb als Umkehrmotor. E. Kern. *467. *494.

Die Elektrizität in der Industrie (VDE-Bericht). 530.

Leistungsfaktor-Verbesserung in Industrieanlagen. Nach C. T. Pearre. 591.

Die Elektrotechnik in der Industrie. R. Bingel. Votr. *659.

Fachgruppe Industrielle Antriebe. C. Schiebeler. 674.

— **Hebezeuge.**

Mechan. Schnellsenk-Anordnung für Vergütetrane. Nach C. Hubert. 149.

— **Förderanlagen.**

Eine neue selbsttätige Steuerung für stetige Fördereinrichtungen. A. Orth. *220.

Elektro-Hochleistungsschraubenlüfter. A. Bamberger. *227.

Tauchpumpen. 270.

Lüfterlüfter. 270.

Betriebserfahrungen mit einem 300 kW-Thyatron-Motor für einen Lüfterantrieb. Nach A. H. Beiler. 427.

— **Werkzeugmaschinen.**

Drehbankantriebe bis 300 kW. W. Chladek. *189.

Umkehrmotoren. 232.

Messebericht Elektrowerkzeuge. 269. 271. 416.

Karosserieziehpresse. 269.

Antrieb mit elektr. Fühlersteuerung. 270.

— **Hütte und Walzwerk.**

Rollgangsmotor. 231.

Scherbius-Regelung mit Gleichlauf-einrichtung für Walzwerksantriebe. H. Bauer. *497.

— **Verschiedene Antriebe.**

Steuer- und Bremsschaltung für Zentrifugenantrieb. P. Boros. 471.

Maste s. Leitungen.

Maßsystem s. Einheiten.

Mathematik.

Elektr. Gerät zur selbsttätigen Auflösung von Gleichungen ersten und höheren Grades. M. Reck. 320. Arch. 190.

Medizin.

Prüfen und Aufzeichnen des Elektrokardiogramms mit den Kathodenstrahl-Oszillographen. Nach D. Robertson. 202.

Eine neue Strahlungsquelle für Ultraviolett-Bestrahlung. Nach H. Krefft, K. Larché u. A. Rüttenauer. 203.

Messen s. Ausstellungen.

Meßkunde (s. a. Fernmessung, Lichttechnik, Prüfeinrichtungen).

— **Allgemeines.**

Messebericht Meß- und Prüftechnik. 273. 415. 421.

Messung und Meßgeräte auf der CIGRE-Tagung. 290.

Beeinflussung des Lageröles elektr. Geräte durch Isolierlack- und Gehäuse ausdünstungen. Nach P. Ditisheim. 426.

Meßtechnik (VDE-Bericht). 537.

Neue Möglichkeiten für elektr. Meßgeräte. Nach K. Fischer. 593.

Fachgruppe Meßtechnik. Von R. Schmidt u. A. Palm. 675. 676.

— **Prüf- und Versuchsfelder.**

Ein 2000 kV-Stoßgenerator. Nach F. S. Edwards u. G. J. Scoles. 48.

Stoßvorgänge in der Natur und im Versuchsfeld. Nach P. L. Bellaschi u. S. W. Roman. 154.

Elektr. Sicherheitsgrad, Stoßspannungs- und Stoßstromversuche auf der CIGRE-Tagung. 294.

Internationale Vereinheitlichungen auf dem Gebiete der Stoßspannungsprüfungen. P. Jacottet u. W. Weicker. *366.

Die Vorausberechnung von Stoßgeneratoren und ihrer Stoßwellen. R. Elsner. *375.

Ein neuartiger Stoßspannungsgenerator zur Kabelprüfung. K. Buss. *437.

Die Konstanten des Stoßgenerators für eine gegebene Wellenform. R. Höfer. 567. Arch. 275.

Jubiläum der ältesten Kurzschluß-Versuchsanlage. 702.

— **Normale.**

Hochspannungs-Gegeninduktivitäten mit kleinem Fehlwinkel. Nach L. Mollwo. 19.

— **Strom-, Spannungs-, Leistungsmessg.**— **Drehspulmeßgeräte.**

Neue Möglichkeiten für elektr. Meßgeräte. Nach K. Fischer. 593.

— **Galvanometer, Elektrometer.**

Elektrometerrohren. Nach H. Daene u. W. Hubmann. 72.

Messung der Energie von Wanderwellen. Nach S. Franck. 150.

Multiflex-Galvanometer. 273.

— **Oszillographen.**

Die Technik der Wellenstirnversuche. Nach F. H. Benedict. 74.

Ein Entladungsrohr für hohe Leistungen und niedrige Erregerspannungen beim Kathodenoszillographen. H. Thiele. 100. Arch. 38.

Punktweise Aufnahme von Wellenformen. Nach W. Geyger. 123.

Prüfen und Aufzeichnen des Elektrokardiogramms mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen. Nach D. Robertson. 202.

Meßkunde.

- Die selbsttätige Aufnahme einmaliger Vorgänge mit dem Elektronenstrahl-Oszillographen. A. Bigalke. *389.
- Ein neuer photoelektr. Hystereseschreiber. Nach R. F. Edgar. 399.
- Eine neuartige Oszillographenschleife. H. Röthlein. *501.
- — **Messung hoher Spannung.**
- Spannungsmesser mit umlaufendem Meßbelag für sehr hohe Spannungen. Nach M. Feldenkrais. 73.
- Ein neuer Hochspannungsmesser für relative und absolute Messung. W. Rogowski u. H. Böcker. 123. *Arch.* 44.
- Beitrag zur Neu-Eichung der Kugelfunkentrecken für Niederfrequenz. L. Binder u. W. Hörcher. *161.
- Hochspannungsmesser für 300 kV. 274.
- Die Eichung von Kugelfunkentrecken für Wechselspannungen bis 1 MV. Nach F. S. Edwards u. J. F. Smee. 473.
- — **Versch. Messungen u. Meßgeräte.**
- Selbsttätige Aufzeichnung von Wechselstrom-Ortskurven. Nach W. Geyger. 16.
- Messung der Energie von Wanderwellen. Nach S. Franck. 150.
- Mechanischer Meßgleichrichter mit einstellbarer Schaltphase. E. Froböse. 566. *Arch.* 209.
- Feldstärkemeßgerät. 274.
- Neuzeitliche Strom- und Spannungsmesser für Messungen bis zu 1 MHz in der Nachrichtentechnik. Nach Thilo u. Bidlingmaier. 378.
- Spannungsmessungen in der Hochfrequenztechnik. O. Zinke. Vortr. *573.
- Messung dielektr. Verluste mit Elektrodynamometern. Nach W. Geyger. 643.
- Stromkreise mit zeitlich veränderlicher Kapazität. H. Ziegler. 646. *Arch.* 405.
- Neuartige Umschaltung von Strom-, Spannungs- und Leistungsmessern in Dreiphasenschaltungen. K. Maier. *687.
- **Arbeitsmessung (Elektrizitätszähler).**
- Messung der elektr. Arbeit bei Quecksilberdampf-Gleichrichtern. Nach C. Dannatt. 19.
- Selbstverkäufer mit besonderer Berücksichtigung der Elektrizitätszähler. Nach J. Prince u. Whitehead. 47.
- Messung der Energie von Wanderwellen. Nach S. Franck. 150.
- Motorzähler für Widerstandsmessungen. Nach W. Geyger. 150.
- Drehstrom-Vierleiterzähler. 275.
- Doppelzähler. 275.
- Maximumschreiber. 275.
- Torsionswaage zur Prüfung von Zählern. Nach H. W. L. Bruckman u. M. F. Reynst. 373.
- Neues Verfahren zur Prüfung von Dreileiter-Drehstromzählern mit einem Leistungsmesser. Nach C. Di Pieri. 472.
- **Widerstandsmessung, Brücken.**
- Motorzähler für Widerstandsmessungen. Nach W. Geyger. 150.
- Neue Meßgeräte der Fernmeldetechnik. H. J. Hilgendorff. *217.
- Hochohmometer. 274.
- Beiträge zur Dreivoltmetermethode. H. H. Wicht. *561.

Meßkunde.— **Frequenzmessung.**

Frequenzmessung durch Summierung der bei der Ladung eines Kondensators über Elektronenröhren auftretenden Ladestromstöße. Nach A. Wahl. 399.

— **Hochfrequenzmessungen.**

Neuzeitliche Strom- und Spannungsmesser für Messungen bis zu 1 MHz in der Nachrichtentechnik. Nach Thilo u. Bidlingmaier. 378.

Spannungsmessungen in der Hochfrequenztechnik. O. Zinke. Vortr. *573.

— **Verschiedene elektr. Größen.**

Trafo-Übersetzungsmesser. 276.

Die Gewinnung von drehfeldrichtungsabhängigen Spannungen und ihre Verwendung für die Anzeige der Phasenfolge eines Drehstromnetzes. R. Rübsaat. *334.

Unmittelbare Phasenmessung mit der Braunschen Röhre. Nach W. Lutz. 425.

— **Magnetische Messungen.**

Ein neues Prüfgerät für permanente Magnete. W. Breitling. *89.

Erfahrungen und Neuerungen auf dem Gebiet der magnetischen Werkstückprüfung. Nach R. Berthold. Vortr. 322.

— **Zeitmessung.**

Grenzen der Anwendung von Synchronuhren. J. Baltzer. 94.

Eine neue Synchronuhr mit kurzfristiger Gangreserve. Nach A. Jarry. 373.

— **Temperaturmessung.**

Kabel-Erwärmungsmesser. 275.

Grundlagen und Handhabung der Photothermometrie. Nach P. Neubert. 436.

Messung der Kommutatorerwärmung bei elektr. Maschinen. Nach A. Orsi. 642.

— **Druck- u. Kraftmessungen.**

Ein direktzeigendes Membranvakuummeter mit hoher Empfindlichkeit. C. Brinkmann. 98. *Arch.* 59.

Piezo-elektrischer Motorindikator. 317.

Tiefdruckmanometer. Nach F. M. Penning. 321.

Verwendung des Piezoquarzmeßverfahrens zur Kraftmessung bei den französischen Bahnen. 700.

— **Messung verschiedener Größen.**

Holzfeuchtigkeitsmesser. Nach P. M. Pflier. 144.

Fernstichzähler. 274.

Stroboskop für aperiodische Vorgänge. Nach P. E. Schiller. 296.

Elektr. Meßlehre. Nach E. Froböse. 343.

Anwendung der elektr. Meßlehre zum Messen und Steuern. Nach P. K. Hermann u. W. Schmid. 344.

Zählung der Besucher der Weltausstellung Paris 1937 mittels Photozellen. Nach V. Poret. 402.

Eine thermoelektr. Sonde zur Messung der Geschwindigkeiten von Gasen und Flüssigkeiten. Nach A. Sellerio. 594.

Einrichtung zur Messung elektr. Winkel sowie räumlicher Winkel an umlaufenden Maschinen. W. Ostendorf. *689.

Meßwandler s. Transformatoren.

Metadyne s. Elektr. Maschinen.

Metalle s. Stoffkunde.

Mikrophon s. Fernsprechwes., Techn. Akustik.

Mikroskop s. Theoret. Elektrot.

Modulation s. Bildtelegraphie.

Motoren s. Bahnbau, Elektr. Maschinen, Maschinenantrieb, Schifffahrt.

Netze s. Leitungen.

Normale s. Meßtechnik.

Normen.

VDE-Bestimmungen und Normblätter s. Abt. A IV, Vereinsnachrichten.

Englische Leitsätze für die Prüfung von festen Isolierstoffen. 22.

Die neuen Prüfvorschriften für Hochleistungsschalter. W. Kaufmann. *553. *580.

Britische Stellungnahme zu den neuen Schalterprüfvorschriften. Nach C. C. Garrard. 565.

Nutzbremmung s. Bahnbau.

Obus s. Bahnbau.

Öfen s. Wärmetechnik.

Ohmmeter s. Meßtechnik.

Ölschalter s. Schaltgeräte.

Omnibus s. Bahnbau, Kraftfahrzeuge.

Ortskurven s. Elektr. Masch., Theor. Elektrotechnik.

Oszillograph s. Meßtechnik.

Papier s. Stoffkunde.

Parallelbetrieb s. Elektr. Masch.

Pellung s. Funkwesen.

Persönliches s. Abt. A II.

Phasenmessung s. Meßtechnik.

Piezelektrizität s. Theor. Elektrot.

Photographie.

Kameras für hohe Aufnahmegeschwindigkeiten zur Untersuchung der Explosion fester Sprengstoffe. Nach W. Payman, W. C. F. Shepherd u. D. W. Woodhead. 73.

Photozellen s. Lichttechnik.

Physik (s. a. Theoret. Elektrotechnik).

Eine Messung der Lichtgeschwindigkeit. Nach W. C. Anderson. 401.

Zählrohrmessungen der Höhenstrahlung im Registrierballon. Nach S. A. Korff. 444.

Struktur des Wasserstoff- und Heliumatoms. Nach J. Stark. 506.

Physik der Atomkerne (VDE-Bericht.) 539.

Ergebnisse, neue Möglichkeiten und Grenzen der Röntgen- und Gammadurchstrahlung. Nach R. Berthold. 598.

Polaritätsanzeiger s. Stromrichter.

Pole s. Elektr. Maschinen.

Preis ausschreiben.

Preis ausschreiben der Siemens-Ring-Stiftung. 126.

Preis ausschreiben der „Zusatz-Stiftung zu Zeidler's Studienhaus-Stiftung“, Berlin. 351.

Presse s. Maschinenantrieb.

Preßstoffe s. Stoffkunde.

Prüfämter (s. a. Institute).

Elektr. Prüfamt. 37. 446.

Elektr. Prüfamt. 42. 446.

Elektr. Prüfamt. 49. 446.

Elektr. Prüfamt. 50. 446.

Elektr. Prüfamt. 51. 567.

Prüfmittel.

Elektr. Prüfamt. 52. 446.
 Elektr. Prüfamt. 53. 567.
 Elektr. Prüfamt. 54. 446.
 Prüfungen und Beglaubigungen. 19.
 373. 400. 426. 445.

Prüfeinrichtungen (s. a. Leitungen, Meßkunde, Transformatoren).

Meßwandler-Prüfeinrichtung nach dem Differential-Nullverfahren. O. E. Nölke. *41.

Ein neues Prüfgerät für permanente Magnete. W. Breitling. *89.

Aerodynamische Versuchsanlage für hydraulische Maschinen. Nach C. Keller. 126.

Messebericht Relais und Relaisprüfgeräte. 271.

Kabel-Erwärmungsmesser. 275.

Tragbares Ölprüfgerät. 276.

Verfahren zur Prüfung größerer Stückzahlen von Endröhren mit selbstabgleichender Klirrfaktorbestimmung. Nach P. Wolf u. Th. Tillmann. 319.

Erfahrungen und Neuerungen auf dem Gebiet der magnetischen Werkstückprüfung. Nach R. Berthold. Votr. 322.

Internationale Vereinheitlichungen auf dem Gebiete der Stoßspannungsprüfungen. P. Jacottet u. W. Weicker. *366.

Prüfung geschweißter Schienenstoßverbindungen der Bull-Head-Schienen mit schrumpfender Fußlasche. Nach D. Csilléry u. L. Péter. 400.

Messebericht Meß- und Prüftechnik. 421.

Ein neuartiger Stoßspannungsgenerator zur Kabelprüfung. K. Buss. *437.

Neuartige Prüfstange zur Untersuchung von Isolatorenketten. Nach L. Kaiblinger. 445.

Erdungsprüfer für geerdete und genullte Geräte. Nach G. Induni. 504.

Prüffelder s. Meßtechnik.**Prüfstelle des VDE s. Abt. A IV.****Pumpen s. Maschinenantrieb.****Quarz s. Funkwesen, Theoret. Elektr. Quecksilberdampf-Gefäße s. Stromrichter.****Rauhreif s. Leitungen.****Raumheizung s. Wärmetechnik.****Rechtspflege.****— Gewerblicher Rechtsschutz.**

Deutsches Warenzeichen Nr. 500 000. 298.

— Verschiedenes.

Energiewirtschaftsgesetz. VDE-Bestimmungen als anerkannte Regeln der Elektrotechnik. 27.

Anlagen zur Erzeugung von Elektrizität oder Gas für den eigenen Energiebedarf. 298.

Reflexion s. Funkwesen.**Regeln des VDE s. Abt. A IV.****Regelung und Widerstände.** (s. a. Wärmetechnik).**— Spannungsregelung.**

Anwendung und Konstruktion von Transformatoren mit Stufenregelung unter Last. Nach H. Diggle. 97.

Regeltransformatoren für Niederspannung. O. E. Nölke. *210.

Regelung und Widerstände.

Der relaislose Regelantrieb mit Sattelleitungen für Stufenschaltung. W. Krämer. *215.

Drehtransformator. 232.

Bühnen-Wechselstrom-Ringregler. 233.

Großtransformatoren mit Stufenregel-einrichtung. M. Schwaiger. *281.

Parallelbetrieb, Frequenz-, Spannungs- und Leistungsregelung. Stabilität auf der CIGRE-Tagung. 289.

Verfahren zum Vermindern des Funkens an Spannungsreglerkontakten. Nach F. G. Spreadbury. 378.

Schaltüberspannungen an Stufenregel-einrichtungen für Transformatoren. Nach L. F. Blume u. L. V. Bewly. 400.

Selbsttätige Spannungsregelung einer Gas-maschinenzentrale. H. Bendfeldt. *559.

Einfluß der Spannungswelligkeit auf die Feinregelung eines Gleichstromgenerators mittels Verstärkerröhren. Nach K. Awaya, M. Emi u. S. Hasegawa. 619.

— Verschiedenes.

Klimaanlagen mit elektr. Regelung. B. Wiehr. *218.

Parallelbetrieb, Frequenz-, Spannungs- und Leistungsregelung. Stabilität auf der CIGRE-Tagung. 289.

Frequenz- und Leistungsregelung in großen Netzverbänden. 319.

Breite Quarzregelfilter. Nach W. Kauter. 321.

Hochspannungs-Meßwiderstand. Nach L. Binder u. W. Hörcher. 425.

Steuer- und Bremsschaltung für Zentrifugenantrieb. P. Boros. 471.

Einsparung nickelhaltiger Legierungen beim Bau elektr. Widerstände. K. Hurrle. *639.

Fachgruppe Steuerung, Regelung, Schutz-schaltung. W. Schäfer u. R. Schimpf. 679.

Regelsatz s. Elektr. Maschinen.**Reklame s. Lichttechnik.****Relais s. Schaltgeräte.****Röhren.**

Elektrometerröhren. Nach H. Daene u. W. Hubmann. 72.

Zerstörung von Elektronenraumladungen durch positive Trägerstrahlen. Nach R. Kienzle. 178.

Verfahren zur Prüfung größerer Stückzahlen von Endröhren mit selbstabgleichender Klirrfaktorbestimmung. Nach P. Wolf u. Th. Tillmann. 319.

Die stetig steuerbare gasgefüllte Verstärkerröhre und ihre Anwendung als Hochfrequenzzeuger. J. Nienhold. *329.

Kapazitive Überströme in Senderröhren. Nach M. Mariani. 644.

Rollgang s. Maschinenantrieb.**Röntgentechnik.**

Ergebnisse, neue Möglichkeiten und Grenzen der Röntgen- und Gammadurchstrahlung. Nach R. Berthold. 598.

Rundfunk s. Funkwesen.**Sammler s. Akkumulatoren.****Sättigung s. Magnetismus.****Schall s. Meßkunde, Techn. Akustik.****Schaltanlagen und Schalttafeln.**

Schaltfehlerschutz. J. Eisert. *13. B. 56.

Der gegenwärtige Stand der Frage des elektr. Sicherheitsgrades in den V. S. Amerika. P. Jacottet. *197.

Neuzeitliche Freiluftanlagen für Betriebsspannungen bis 100 kV. J. Sihler. *213.

Stahlgekapselte Hochspannungsanlagen. 237.

Isolierstoffkapselung. 237.

Reihenschellen. 268.

Leuchtwarten für Wasserwerke. G. Appel. *341.

Messebericht Schaltanlagen. 411.

Schaltanlagen und Schalteinrichtungen. (VDE-Bericht.) 522.

Fachgruppe Schaltanlagen und Schaltgeräte. W. Estorff. 672.

Schaltgeräte.**— Allgemeines.**

Untersuchungen an einem schnellschaltenden Lastschalter für Stufen-Regeltransformatoren. W. Reiche. *7.

Messebericht Hochspannungsschalter und Zubehör. 235.

Messebericht Schalter und Geräte für Niederspannung. 237. 412.

Druckluftherzeuger. 237.

Walzplattierte Kontaktstoffe. 278.

Verbundmetall für elektr. Kontakte. Nach G. Windred. 343.

Die Isolierung der Niederspannungsschaltgeräte mit neuzeitlichen Isolierpreßstoffen. W. Höpp. *440.

Schaltgeräte (VDE-Bericht). 524.

Die Entwicklung der Niederspannungs-Schaltgeräte. H. Franken. *461.

Die neuen Prüfvorschriften für Hochleistungsschalter. W. Kaufmann. *553. *580.

Britische Stellungnahme zu den neuen Schalterprüfvorschriften. Nach C. C. Garrard. 565.

Fachgruppe Schaltanlagen und Schaltgeräte. W. Estorff. 672.

— Trennschalter.

Schaltversuche mit Masthörnerschaltern. Nach M. Süberkrüb. 95.

Schubtrennschalter. 236.

Leistungs-Trennschalter. 236.

Abbrennstücke aus Edelmohle. 240.

Leistungsschalter und Leistungstrennschalter beim Schalten im Prüffeld und im Betrieb. G. Hameister. Votr. *605. *634.

— Ölschalter.

Ölstrahlschalter für 500 kV. 46.

Ölarmer Hochleistungsschalter. 235.

Blendkammern. 237.

Hochspannungsschaltgeräte auf der CIGRE-Tagung. 290.

Leistungsschalter und Leistungstrennschalter beim Schalten im Prüffeld und im Betrieb. G. Hameister. Votr. *605. *634.

Kontraktionskammer für Hochspannungsölschalter. Nach G. Ohman. 641.

— Ölöse Hochsp.-Leistungsschalter.

150 kV-Druckgasschalter für Holland. 98.

Fortschritte im Bau von Druckgasschaltern. J. Biermanns. *165. *194.

Hochspannungsschaltgeräte auf der CIGRE-Tagung. 290.

Messebericht Hochspannungsschalter. 411.

Schaltgeräte.

Leistungsschalter und Leistungstrennschalter beim Schalten im Prüffeld und im Betrieb. G. Hameister. Vortr. *605. *634.

— **Luft-Selbstschalter.**

Ein neuer Gleichstrom-Schnellschalter mit sehr kleinem Schaltverzug. L. Haag. *229.

Motorschutzschalter. 239. 240.

Großschalter für 3000 A, 750 V für Gleich- und Wechselstrom. W. Herden. *340.

— **Relais und Schütze.**

Überlastschutz von Hochspannungsanlagen durch Hauptstrom-Thermorelais. Fr. Parschalk. *211.

Neuzeitliche Tauchspulrelais. E. Bräuer. *225. B. 384.

Überstromauslöser. 238.

Schütz für 20 A. 238.

Messebericht Relais und Relaisprüfgeräte. 271.

Festmengenmeßprinzip für Schaltrelais. 271.

Stellungnahme zu Bemerkungen zum Abschnitt „Relais“ im VDE-Bericht im Heft 31 der ETZ 1937. 380.

Schutz- und Steuereinrichtungen mit Relais. (VDE-Bericht). 524.

— **Installationschalter.**

Der Umkehrfernchalter und die damit verbundene Installationsweise. F. Lucan. *261.

Dreh- und Kippschalter. 267.

Fernschaltung von Lampen. 267.

Kleinselbstschalter. 267.

— **Verschiedene Schaltgeräte.**

Walzenschalter. 238.

Druckschalter. 238.

Steuerwalzen. 239.

Druckknöpfe mit Befehlsrückmeldung. 239.

Fußschalter. 239.

Paccoschalter. 267.

Schaltvorgänge s. Theor. Elektrot., Überspannung.

Schellen s. Schaltanlagen.

Schienen s. Bahnbau.

Schiffahrt.

Drehstromantrieb von Haupt- und Hilfsmaschinen auf Grund der Erfahrungen mit dem Frachtschiff „Wuppertal“. Nach Bleicken. Vortr. 22.

Batterien für Fährboote. 47.

Ein neues englisches dieselelekt. Schiff. 621.

Schleifbügel s. Bahnbau.

Schleudern s. Elektr. Maschinen.

Schmelzöfen s. Wärmetechnik.

Schmelzsicherungen s. Überstromschutz.

Schnellbahnen s. Bahnbau.

Schnellschalter s. Schaltgeräte.

Schrifttum s. Abt. A III.

Schütze s. Schaltgeräte.

Schutzeinrichtungen s. Drosselspulen, Erdschluß, Überspannung, Überstrom.

Schweißen s. Wärmetechnik.

Schwingungen s. Elektr. Maschinen.

Funkwesen, Leitungen, Theoret. Elektrot.

Schwund s. Funkwesen.

Schvermögen s. Lichttechnik.

Selbstanschluß s. Fernsprechwesen.

Selbstschalter s. Schaltgeräte.

Selektivschutz s. Überstromschutz.

Sender s. Funkwesen.

Sicherheit s. Installationswesen.

Sicherheitsgrad s. Isolatoren, Meßkunde, Schaltanlagen, Überspannungsschutz.

Sicherungen s. Überstromschutz.

Signalwesen (s. a. Lichttechnik).

Die Verwendung schwingfähiger Anordnungen für Alarmzwecke. K. Nentwig. 21.

Messen der Überwachungsströme in den Fahrstadien eines Streckenblocks. W. Langhein. *67.

Messebericht Fernmeldetechnik. 414.

Führerstandsignale nach dem System „Parisiennes Metrum“. 594.

Selbsttätige Zugbeeinflussung der französischen Eisenbahnen. Nach M. I. Chauveau. 616.

Die Fernmeldeanlagen des Gästehauses der Stadt der Reichsparteitage. W. Fösel. *685.

Sitzungskalender s. Abt. A IV.

Sonde s. Meßtechnik.

Spannung s. Meßkunde, Regelung.

Speicher s. Wärmetechnik.

Spulen s. Drosselspulen, Funkwesen, Theor. Elektrot.

Stabilität s. Elektr. Maschinen.

Stahl s. Stoffkunde.

Stationen s. Funkwesen.

Statistik s. Elektrizitätswerke, Energiewirtschaft, Leitungen.

Steckdosen s. Installationswesen.

Steuerung s. Fernwirktechnik, Maschinenantriebe, Stromrichter.

Steuerwalzen s. Schaltgeräte.

Stoffkunde und Stoffwirtschaft (s. a. Wärmetechnik).

— **Metalle, Allgemeines.**

Neue Werkstoffe in der Elektrotechnik. R. Sachtleben. *151. B. 488.

Messebericht Werkstoffe. 276. 415. 422. Erfahrungen und Neuerungen auf dem Gebiet der magnetischen Werkstückprüfung. Nach R. Berthold. Vortr. 322.

Ergebnisse, neue Möglichkeiten und Grenzen der Röntgen- und Gammadurchstrahlung. Nach R. Berthold. 598.

— **Eisen und Stahl** (s. a. Magnetismus). Die Verwendbarkeit polarisierten Lichtes bei der Gefügeuntersuchung von Eisen und Stahl. Nach P. Schafmeister u. G. Moll. 402.

— **Kupfer.**

Elektro-Cupal. 278.

— **Magnesium.**

Magnesiumuülegierungen in der Elektroindustrie. F. Panzer. *255.

— **Versch. Metalle und Legierungen.**

Elektr. u. thermische Untersuchungen an Manganin. Nach A. Schulze. 401. Einsparung nickelhaltiger Legierungen beim Bau elektr. Widerstände. K. Hurre. *639.

Über den Widerstandswerkstoff Isabellin. Nach A. Schulze. 701.

— **Kohle und Treibstoffe.**

Neue Werkstoffe in der Elektrotechnik. R. Sachtleben. *151. B. 488.

Künstliche Kohle. 277.

— **Isolierstoffe, Allgemeines.**

Englische Leitsätze für die Prüfung von festen Isolierstoffen. 22.

Neue Werkstoffe in der Elektrotechnik. R. Sachtleben. *151. B. 488.

Stoffkunde und Stoffwirtschaft.

Heimische Werkstoffe in der Installations-technik. F. Polenz. Vortr. *249. Messebericht Werkstoffe. 276. 415. 422. Isolieröle und feste Isolierstoffe auf der CIGRE-Tagung. 289.

Isolierstoffe. (VDE-Bericht). 527.

Fachgruppe Isolierstoffe. R. Nitsche. 677.

— **Keramische Isolierstoffe.**

Elektrowärme-Sondermassen. P. Silberbach. *696.

— **Preßstoffe.**

Preßflocken. 276.

Die Isolierung der Niederspannungsschaltgeräte mit neuzeitlichen Isolierpreßstoffen. W. Höpp. *440.

— **Verschiedene feste Isolierstoffe.**

Buna in der Kabeltechnik. H. Roelig. *172.

Kunststoffe im Kabel- und Leitungsbau. P. Nowak. 174.

Drahtemalle-Lacke. 235.

Hartpapier. 276.

Über die Ölzerlegung in imprägniertem Papier. Nach J. B. Whitehead u. T. B. Jones. 645.

Störungen s. Erdschluß, Fernsprechwesen, Funkwesen, Überspannung, Überstrom.

Stoßprüfung s. Meßtechnik.

Stoßwellen s. Überspannung.

Strahlen s. Theoret. Elektrot.

Strahlung s. Physik.

Straßenbahnen s. Bahnbau.

Streuung s. Elektr. Maschinen.

Stroboskop s. Meßtechnik.

Stromabnehmer s. Bahnbau.

Stromerzeugung s. Energiewirtschaft.

Strommessung s. Meßtechnik.

Stromrichter.

— **Allgemeines.**

Messebericht Gleichrichter. 240. 413. Zur Frage niederfrequenter Rundfunkstörungen bei Gleichrichterspeisung. R. Moebes. *311.

Hochfrequente Rundfunkstörungen durch Bahngleichrichter. Nach W. Gerber u. H. Kölliker. 346.

Stromrichter. (VDE-Bericht.) 521.

Die Elektrotechnik in der Industrie. R. Bingel. Vortr. *659.

— **Quecksilberdampf-Gefäße.**

Messung der elektr. Arbeit bei Quecksilberdampf-Gleichrichtern. Nach C. Dannatt. 19.

Entionisierungszeiten von Stromrichtern. W. Ostendorf. *87.

Klein-Eisenstromrichter für mittlere Leistungen. Nach A. Siemens u. A. Bauer. 97.

Die Umrichteranlage der Deutschen Reichsbahn in Basel. Nach J. Schmitt u. E. Kilb. 175.

Zum Zündvorgang beim gittergesteuerten Stromrichter mit flüssiger Kathode. Nach E. Schmidt. 202.

Stromrichter mit beliebig veränderlichem Leistungsfaktor. E. Marx. *357.

Ein Stromrichtergefäß mit Quecksilber-Anoden. Nach Y. Watanabe, Y. Nakamura u. H. Kasahara. 504. Erfahrungen mit fernsignalierten Gleichrichterwerken. Nach E. Eckart. Vortr. 604.

— **Gasentladungs-Stromrichter.**

Entionisierungszeiten von Stromrichtern. W. Ostendorf. *87.

Ein tragbarer 5 kV-Gleichstromerzeuger. Nach E. Foretay. 593.

Stromrichter.

Eine Sicherheitsschaltung für Gleichrichteranlagen mit gasgefüllten Röhren. K. Posthumus. 699.

— **Trockengleichrichter.**

Selen-Trockengleichrichter. 241.

— **Steuerung von Stromrichtern.**

Die Wirkungsweise des Umrichters im Unterwerk Basel der Wiesentalbahn. Nach G. Reinhardt. 147.

Die Einphasenspannung des Steuerumrichters. O. Schiele. 176. *Arch.* 102.

Stromrichter mit beliebig veränderlichem Leistungsfaktor. E. Marx. *357.

Der Dreiphasen-Stromrichtermotor und seine Steuerung bei Betrieb als Umkehrmotor. E. Kern. *467. *494.

Der fremdgeführte Wechselrichter in Gegentaktschaltung. W. Ostendorf. 642. *Arch.* 349.

Ein Polaritätsanzeiger für Wechselspannungsüberschläge. Nach W. Weber. 700.

— **Verschiedene Stromrichter.**

Betriebserfahrungen mit einem 300 kW-Thyatron-Motor für einen Lüfterantrieb. Nach A. H. Beiler. 427.

Die Funken der elektrolytischen Ventilwirkung. Nach A. Güntherschulze u. H. Betz. 474.

Mechanische Meßgleichrichter mit einstellbarer Schaltphase. E. Froböse. 566. *Arch.* 209.

Über Maßnahmen zur Steigerung der mit dem Ein-Nadel-Gleichrichter erzielbaren Spannungen. W. Rabus. 646. *Arch.* 389.

Stromwandler s. Transformatoren.

Studentenbund s. Ingenieure.

Stützer s. Isolatoren.

Synchronmaschinen s. Elektr. Masch.

Tagungen.

Mineralöltagung vom 2./3. 12. 1937. 126.

VI. Kongreß des Verbandes der Erzeuger und Verteiler elektr. Energie in Rumänien (APDE). 181.

Die neunte Tagung der Internationalen Hochspannungskonferenz (CIGRE). P. Jacottet. 289.

10. Tagung der Internationalen Hochspannungskonferenz 1939 in Paris. 652.

Technische Akustik.

Großlautsprecheranlage in Paris. Nach G. Meunier. 126.

Geräuschursache und -minderung bei kleinen Motoren. Nach W. R. Appleman. 342.

Billiges Mikrofon für mannigfaltige Verwendung. Nach R. N. Marshall. 345.

Neuere Fragen der Klangforschung. F. Trendelenburg. *475.

Elektroakustik (VDE-Bericht). 539.

Stand der Entwicklung von Mikrofonen und Telefonen für Teilnehmerapparate. H. Panzerbieter. *550.

Telegraphenwesen.

Telegraphie (VDE-Bericht). 535.

Fachgruppe Telegraphie und Fernsprechen. A. Mentz u. H. Busch. 680. 681.

Technische Neuerungen auf dem Gebiete des Fernmeldewesens in den V. S. Amerika im Jahre 1937. Nach St. R. Edwards. 694.

Telephone s. Techn. Akustik.

Telephonie s. Fernsprechwesen.

Temperatur s. Meßtechnik.

Theoretische Elektrotechnik.— **Elektr. Feld.**

Feldvektoren und Elektronentheorie. Nach W. Amrein. 48.

— **Durchschlag von Gasen.**

Über die Aufbauzeit innerhalb des Entladeverzugs. R. Strigel. *1.

Über die Statistik des Entladeverzugs in Luft von Atmosphärendruck. R. Strigel. *33. *60.

Zur Frage der rechnerischen Ermittlung von Überschlagsverzugskenlinien aus der Stoßkennlinie als Funktion der Halbwertdauer. R. Elsner. *315.

Zusammenbruch von Vakuumfunkenstrecken. Nach R. C. Mason. 427.

Sehr kurze Zeiten der Funkenverzögerung. Nach M. Newman. 428.

Eine neue Wechselbeziehung bei Kugelfunkenstrecken. Nach D. W. Ver Planck. 447.

Hochspannungstechnik. (VDE-Bericht). 526.

— **Durchschlag fester Isolierstoffe.**

Die Anomalien der festen Dielektrika. Nach B. Gross. 204.

Die elektr. Stoßfestigkeit fester Isolierstoffe bei Beanspruchung im Stirnbereich. F. Lehmhaus. 597. *Arch.* 281.

Der wärmeelektr. Durchschlag. B. Gänger. 597. *Arch.* 346.

Der Einfluß der Kurvenform auf die Durchschlagsspannung einiger Isolierstoffe. B. Gänger. 646. *Arch.* 401.

— **Dielektr. Verluste.**

Die Anomalien der festen Dielektrika. Nach B. Gross. 204.

— **Dielektrizitätskonstante.**

Ein Stoff hoher Dielektrizitätskonstante. Nach H. Höfer. 448.

— **Elektrizitätsdurchgang durch Gase.**

Zerstörung von Elektronenraumladungen durch positive Trägerstrahlen. Nach R. Kienzle. 178.

Untersuchung der Elektronenlawine mit der Nebelkammer. Nach H. Raether. 322.

Zerstreuung von Elektronenstrahlen durch eigene Raumladung. B. v. Borries u. J. Dosse. 374. *Arch.* 221.

Messung von Ionisationen in Gasen mit Wechselstrom. Nach H. W. Paehr. 401.

Ausbreitung von Spannungswellen in Entladungsröhren. Nach L. B. Snoddy, J. R. Dietrich u. J. W. Beams. 428.

Zündung und Zündspannungsänderung. Nach W. Rogowsky u. A. Wallraff. 448.

Thermische Elektronenemission in dielektrische Flüssigkeiten. Nach E. B. Baker u. H. A. Boltz. 474.

Gasentladungen (VDE-Bericht). 539.

Schwingungsanfachung durch einen Elektronenstrahl im Felde des Plattenkondensators. Nach A. Recknagel. 598.

— **Elektronentheorie.**

Feldvektoren und Elektronentheorie. Nach W. Amrein. 48.

— **Lichtbogen.**

Untersuchung einer Bogenentladung mit schnellen Spannungsstößen. Nach F. Koppelman. 298.

Der elektr. Lichtbogen in schnellströmendem Gas. Nach B. Kirschstein u. F. Koppelman. 346.

Theoretische Elektrotechnik.

Beitrag zur Minimumtheorie der Lichtbogensäule, Vergleich zwischen Theorie und Erfahrung. Nach B. Kirschstein u. F. Koppelman. 374.

— **Elektronenoptik.**

Ein Elektronenmikroskop zum Studium theoretischer und sekundärer Elektronenemission. Nach E. Meschter. 428.

Die Grenzen für das Auflösungsvermögen des Elektronenmikroskops. Nach M. v. Ardenne. 448.

Elektronenmikroskop (VDE-Bericht). 538.

Die Elektrotechnik in der Industrie. R. Bingel. Vortr. *659.

— **Wechselströme und Schwingungen.**

Zur Theorie der Ortskurven. G. Leiner. 97. *Arch.* 52.

Elektr. Schwingungen und ihre Anwendung beim Fernsehen. Nach E. W. Marchant. 99.

Die graphische Darstellung der Leitwert-, Strom- und Leistungsgrößen eines Vierpoles bei konstanter Ausgangsspannung und beliebiger Endbürde (Anwendung auf Fernleitungen). H. Kafka. 298. *Arch.* 161.

Beitrag zur Bestimmung der Wirk- und Blindleistung beim unsymmetrischen Dreiphasensystem. F. Punga. *309.

Die Gewinnung von Drehfeldrichtungsabhängigen Spannungen und ihre Verwendung für die Anzeige der Phasenfolge eines Drehstromnetzes. R. Rübsaat. *334.

Stromkreise mit eisenhaltiger Induktivität. W. Taeger. 374. *Arch.* 233.

Kapazitäten und Induktivitäten als verzerrende Elemente. C. Budeanu. 506. *Arch.* 251.

Zusammensetzung der Wirk-, Blind- und Scheinleistung bei Wechselströmen beliebiger Kurvenform und neue Leistungsdefinitionen für unsymmetrische Mehrphasenströme beliebiger Kurvenform. F. Buchholz. Brf. 569.

— W. Quade. Brf. 570.

Zur Theorie der Boucherot-Schaltung. G. Hauffe. 642. *Arch.* 398.

— **Induktivität.**

Hochspannungs-Gegeninduktivitäten mit kleinem Fehlwinkel. Nach L. Mollwo. 19.

Induktivität von eisenlosen Spulen und Bestimmung der Streuinduktivität von Transformatoren. Nach P. Bunet. 92.

Stromkreise mit eisenhaltiger Induktivität. W. Taeger. 374. *Arch.* 233.

Gegeninduktivitäten und Kräfte zwischen geraden Strecken und Selbstinduktivität von regelmäßigen Vielecken. J. Hak. 505. *Arch.* 267.

Kapazitäten und Induktivitäten als verzerrende Elemente. C. Budeanu. 506. *Arch.* 251.

Induktivität von kreisrunden Spulen. Nach P. Bunet. 568.

— **Leitung und Leitfähigkeit.**

Die Leitfähigkeit des Bodens in Abhängigkeit von seiner Feuchtigkeitsverteilung. E. Hirt. *43.

Elektr. u. thermische Untersuchungen an Manganin. Nach A. Schulze. 401.

Hochfrequenzwiderstand von Massekernspulen. Nach J. Hak. 427.

Halbleiter (VDE-Bericht). 539.

— **Wirbelströme.**

Hochfrequenzwiderstand von Massekernspulen. Nach J. Hak. 427.

Theoretische Elektrotechnik.

Über das innere magnetische Feld stromdurchflossener Querschnitte und seinen Einfluß auf die elektromagnetischen Kräfte in flüssigen Leitern mit besonderer Berücksichtigung des Wirbelkraffteffektes in Induktionsöfen. P. Bachert. 568. *Arch.* 343.

— Piezoelektrizität.

Verwendung des Piezoquarzmeßverfahrens zur Kraftmessung bei den französischen Bahnen. 700.

Piezoquarze für ultrakurze Wellen. Nach I. Koga. 701.

— Verschiedenes.

Feldvektoren und Elektronentheorie. Nach W. Amrein. 48.

Nichtlineare Verzerrungen magnetischen Ursprungs. Nach J. W. L. Köhler. 99.

Quantitative Messungen an Kondensatorentladungen. Nach E. Blum u. W. Finkelnburg. 202.

Eine thermoelektr. Sonde zur Messung der Geschwindigkeiten von Gasen und Flüssigkeiten. Nach A. Sellerio. 594.

Thermoelement s. Theoret. Elektrot.

Thyratron s. Stromrichter.

Trägerfrequenztechnik s. Fernsprechwesen, Verstärkertechnik.

Transformatoren und Wandler.**— Allgemeines.**

Induktivität von eisenlosen Spulen und Bestimmung der Streuinduktivität von Transformatoren. Nach P. Bunet. 92.

Elektrische Maschinen und Transformatoren auf der CIGRE-Tagung. 289.

Neue Gleichstrom-Transformatoren. Nach C. C. Herskind. 296.

Messebericht Transformatoren. 410.

— Leistungstransformatoren.

Untersuchungen an einem schnellschaltenden Lastschalter für Stufen-Regeltransformatoren. W. Reiche. *7.

Anwendung und Konstruktion von Transformatoren mit Stufenregelung unter Last. Nach H. Diggle. 97.

Regeltransformatoren für Niederspannung. O. E. Nölke. *210.

Messebericht Transformatoren. 232.

Verdunklungsumspanner. 232.

Großtransformatoren mit Stufenregleinrichtung. M. Schwaiger. *281.

Schaltüberspannungen an Stufenregleinrichtungen für Transformatoren. Nach L. F. Blume u. L. V. Bewly. 400.

Feuersichere Transformatoren für industrielle Zwecke. Nach H. V. Putman u. W. W. Satterlee. 472.

Ältere und neuere Versuche betreffend Transformatorspulen aus Hartpapier. K. Fischer. *499.

Transformatoren. (VDE-Bericht). 520.

Der Schutz der Umspanner vor Überspannungen. 592.

— Versuchs- und Prüftransformatoren.

10 t-Prüftransformator für 1 Mill V Betriebsspannung. R. Crämer. *228.

Prüftransformator. 232.

Ältere und neuere Versuche betreffend Transformatorspulen aus Hartpapier. K. Fischer. *499.

Transformatoren und Wandler.**— Meßwandler.**

Meßwandler-Prüfeinrichtung nach dem Differential-Nullverfahren. O. E. Nölke. *41.

Einfluß der Wellenform auf die Eigenschaften von Stromwandlern. Nach J. H. Park. 176.

Symmetrische und unsymmetrische axiale Kurzschlußkräfte in Stromwandlern mit zylindrischen Spulen. St. Szpor. 296. *Arch.* 181.

Transkommandosystem s. Fernwirktechnik.

Trennschalter s. Schaltgeräte.

Triebfahrzeuge s. Bahnbau, Kraftfahrzeuge, Schifffahrt.

Trockengleichrichter s. Stromrichter.

Turbinen s. Dampfturb., Wasserturb.

Überschlag s. Theoret. Elektrot.

Übersetzung s. Meßtechnik.

Überspannung.**— Blitz und Gewitter.**

Indirekte Blitzüberspannungen auf Kraftleitungen. H. Norinder. *105.

Blitzvorgänge und Blitzschutz auf der CIGRE-Tagung. 293.

Der Phasenschieber-Kondensator unter dem Einfluß stationärer und nichtstationärer Überspannungen in Versorgungsnetzen. P. Hochhäusler. Votr. *457.

Hochspannungstechnik. (VDE-Bericht). 526.

— Schaltvorgänge und Wanderwellen.

Die Technik der Wellenstirnversuche. Nach F. H. Benedict. 74.

Indirekte Blitzüberspannungen auf Kraftleitungen. H. Norinder. *105.

Über die Ausbreitung gedämpfter Stoßwellen in Stoffen kleiner Leitfähigkeit. J. Müller-Strobel. 321. *Arch.* 198.

Internationale Vereinheitlichungen auf dem Gebiete der Stoßspannungsprüfungen. P. Jacottet u. W. Weicker. *366.

Die Vorausberechnung von Stoßgeneratoren und ihrer Stoßwellen. R. Elsner. *375.

Schaltüberspannungen an Stufenregleinrichtungen für Transformatoren. Nach L. F. Blume u. L. V. Bewly. 400.

Verzerrung von Wanderwellen durch Koronaerscheinungen. Nach H. Ogawa. 564.

Die Konstanten des Stoßgenerators für eine gegebene Wellenform. R. Höfer. 567. *Arch.* 275.

Die elektr. Stoßfestigkeit fester Isolierstoffe bei Beanspruchung im Stirnbereich. F. Lehmann. 597. *Arch.* 281.

Überspannungsschutz.

Der gegenwärtige Stand der Frage des elektr. Sicherheitsgrades in den V. S. Amerika. P. Jacottet. *197.

Untersuchungen an Kathodenfallableitern mit hohen Stoßströmen. R. Foitzik. 201.

Blitzschutzgeräte. 246.

Beitrag zur Frage des Überspannungsschutzes von Stationen mit Kabelstrecken. K. Neuroth. *306.

Der Schutz der Umspanner vor Überspannungen. 592.

Zur Theorie der Boucherot-Schaltung. G. Hauffe. 642. *Arch.* 398.

Überstrom und Kurzschluß.

Unsymmetrischer Kurzschluß an Wasserkraftgeneratoren bei kapazitiver Belastung. Nach C. F. Wagner. 121.

Der verbundgespeiste Dauerkurzschluß in verwickelten Netzen unter Berücksichtigung der Vorlast. H. Neumann. 175. *Arch.* 88.

Beiträge zur Berechnung der Kurzschlußerwärmung. Nach A. Avramescu. 346.

Überstromschutz.**— Schmelzsicherungen.**

Vorgänge in Sicherungen bei elektr. Stoßbeanspruchung. J. Wrana. *11.

Stoßvorgänge in der Natur und im Versuchsfeld. Nach P. L. Bellaschi u. S. W. Roman. 154.

Fortschritte im Bau von Hochspannungssicherungen. K. A. Lohausen. *222.

Neue Wege im Bau von Hochleistungspatronen. F. Driescher. *264.

Sicherungselemente für Aluminiumleitungen. 267.

Neuer Weg im Bau überstromträger Schmelzsicherungen. R. Bogen-schutz. 619.

— Verschiedenes.

Selektivschutz auf der CIGRE-Tagung. 293.

Betriebserfahrungen mit Erdungs-, Nullungs- und Schutzschaltungseinrichtungen in der großstädtischen Elektrizitätsversorgung. G. Böninger. Brf. 510.

— E. Krohne. Brf. 511.

Schutz- und Steuereinrichtungen mit Relais. (VDE-Bericht). 524.

Fachgruppe Steuerung, Regelung, Schutzschaltung. W. Schäfer u. R. Schimpf. 679.

Übertragung s. Leitungen.

Uhren s. Meßtechnik.

Ultraviolettlicht s. Lichttechnik.

Umformer s. Elektr. Maschinen.

Umrichter s. Stoffkunde.

Umspanner s. Transformatoren.

Unterricht.

Das Programm des Hauses der Technik in Essen. 598.

Deutsche Gelehrte (Techniker) im Auslande (betr. Universität Riga). 622.

Das neue elektrotechnische Institut der Königlich Technischen Hochschule in Giza. Nach F. J. Rutgers. 702.

Unterwerke s. Elektrizitätswerke.

Vakuummeter s. Meßtechnik.

VDE s. Abt. A IV.

Ventile s. Stromrichter.

Verbindler s. Leitungen.

Vereinigungen s. Abt. A IV.

Verkehr s. Bahnbau, Fernsprechwesen, Funkwesen, Kraftfahrzeuge, Lichttechnik, Luftfahrt, Schifffahrt, Signalwesen, Telegraphie.

Verluste, Dielektr., s. Theor. Elektrot.

Versammlungen s. Tagungen u. Abt. A IV.

Verstärkertechnik (s. a. Röhren).

Nichtlineare Verzerrungen magnetischen Ursprungs. Nach J. W. L. Köhler. 99.

Verstärker für Trägerfrequenzsystem. 204.

Verstärkertechnik.

Die Arbeitsweise gegengekoppelter Verstärker. Nach H. Bartels u. F. Schierl. 297.

Verstärkung und Selbsterregung von Dezimeterwellen in den normalen Schaltungen mit Gittersteuerung. Nach H. Mailandt. 297.

Versuchsfelder s. Meßtechnik.

Verzerrungen s. Verstärkertechnik.

Vorschriften des VDE s. Abt. A IV.

Walzwerk s. Maschinenantrieb.

Wanderwellen s. Überspannung.

Wandler s. Transformatoren.

Warenzeichen s. Rechtspflege.

Wärmekraft s. El.-Werke, Energiewirtschaft.

Wärmetechnik.

— **Allgemeines.**

Messebericht Elektrowärmetechnik. 243. 413. 418.

Stoffersparnis und Stoffaustausch bei Elektrowärmegegeräten. L. Nawo. *258.

Heizleiterträger. 277.

Elektrowärme. (VDE-Bericht). 532.

Fachgruppe Elektrowärme. R. Hase. 674.

Elektrowärme-Sondermassen. P. Silberbach. *696.

— **Kochgeräte und elektr. Kühle.**

Einzelkochplatten. 244.

Wasserbad-Kochkessel. 245.

Einbauherd. 245.

— **Warmwasserbereitung.**

Temperaturaufschaukelung bei elektr. Heißwasserspeichern. Nach M. Egli. 203.

Waschbeckenspeicher. 245.

Heißwasserspeicher. 245.

Verbesserung der Belastungsverhältnisse durch zeitliche Begrenzung des Heißwasserspeicher-Einschaltung. Nach E. Vinet. 296.

— **Raumheizung.**

Kachelspeicheröfen. 243.

— **Verschiedene Heizeinrichtungen.**

Künstliche Heizung zur Verhütung von Raureifbildung. H. Roth. *93.

Bügeleisen. 244.

— **Temperaturregelung.**

Kleinregler. 245.

Maßnahmen zur genauen Temperatureinhaltung in Öfen zur Leichtmetallvergütung. Nach L. Moenich. 473.

Elektr. Regeln der Temperatur. Nach H. O. Mayer. Vortr. 603.

— **Elektrische Öfen.**

— **Allgemeines.**

Messebericht Elektrowärmetechnik. 243. 413. 418.

Über das innere magnetische Feld stromdurchflossener Querschnitte und seinen Einfluß auf die elektromagnetischen Kräfte in flüssigen Leitern mit besonderer Berücksichtigung des Wirbelkrafteffektes in Induktionsöfen. P. Bachert. *Arch.* 343.

Elektrowärme (VDE-Bericht). 532.

— **Schmelzöfen.**

Herstellung von Ferrophosphor in elektr. Öfen. 505.

Das Schmelzen von nichtrostendem Stahl mit 18% Chrom und 8% Nickel im Lichtbogenofen. 596.

Einige Anwendungen des Hochfrequenzofens in der Stahlgießerei. Nach J. Minssieux. *621.

Wärmetechnik.

— **Glüh- und Härteöfen.**

Schüttelrutschenöfen. 243.

Maßnahmen zur genauen Temperatureinhaltung in Öfen zur Leichtmetallvergütung. L. Moenich. 473.

Wirkungsweise und Bauformen elektr. beheizter Durchlauföfen. A. Schau. Vortr. *577. *608. Bespr. 627.

— **Schweißen.**

Instandhaltung von Eisenbahnschienen durch den elektr. Lichtbogen. Nach J. L. Brown. 124.

Drehstrom - Gleichstrom - Schweißumformer. 243.

Eingehäuse-Schweißumformer. 244.

Buckelschweißmaschine. 244.

Prüfung geschweißter Schienenstoßverbindungen der Bull-Head-Schienen mit schrumpfender Fußlasche. Nach D. Csilléry u. L. Péter. 400.

Die Vorteile von Elektroden aus Kupfer-Beryllium-Legierungen für elektr. Punkt-, Naht- und Stumpfschweißmaschinen. Nach P. Wießner. 400.

Messebericht Elektrowärmetechnik. 418.

Schweißung mit Hochfrequenz. Nach G. Réménieras. 472.

— **Löten.**

Förderbandöfen. 243.

Elektrokolben. 245.

Warten s. Schaltanlagen.

Wasserkraft s. El.-Werke, Energiewirtschaft.

Wasserturbinen.

Aerodynamische Versuchsanlage für hydrodynamische Maschinen. Nach C. Keller. 126.

Wechselrichter s. Stoffkunde.

Wechselströme s. Theoret. Elektrot.

Wehrtechnik s. Luftfahrt.

Wellen s. Funkwesen, Überspann.

Wellenausbreitung s. Funkwesen.

Weltausstellung s. Ausstellungen.

Werbung s. Lichttechnik.

Werkstoffe s. Stoffkunde.

Werkzeugmaschinen s. Maschinenantrieb.

Wicklungen s. Elektr. Maschinen.

Widerstand s. Meßkunde, Regelung, Theoret. Elektrot.

Windkraft s. Elektrizitätswerke.

Wirbelströme s. Theoret. Elektrot.

Wirtschaft s. Energiewirtschaft u. Abt. A V, Geschäftl. Mitt.

Zähler s. Meßtechnik.

Zählrohr s. Physik.

Zählung s. Meßtechnik.

Zeitmesser s. Fernsprechwesen, Meßkd.

Zeitschriften s. Abt. A III, Schrifttum.

Zentrifuge s. Maschinenantrieb.

Zugbeeinflussung s. Signalwesen.

Zündung s. Theoret. Elektrot.

Zusatzverluste s. Elektr. Maschinen.

II. Persönliches.

Auszeichnungen. 56. 684.

Hochschulschriften. 79. 184. 407. 488. 569. 684.

Jubiläum. 56. 79. 102. 430. 569.

Beyling, Carl. 56.

Broglin, Louis de. 488.

Drexler, Friedrich. 184.

Faßbender, Heinrich. 184.

Frost, E. 102.

Grob, Hugo. †. 328.

Haas, Max. 488.

Hess, H. 79.

Höhle, Christian. 569.

Kölzow, H. 32.

Krell, Otto. †. 430.

Matschoß, C. 32.

Matthias, W. 79.

Meyer, Erwin. 684.

Müller, Wilhelm. †. 328.

Neuber, Ludwig. 430.

Nichols, Edward Leamington. †. 160.

Niethammer. 48.

Oberdorfer, Günther. 684.

Oehlert, Gustav. 407.

Ohnesorge, W. 509.

Petersen, Waldemar. 656.

Pieritz, Wilhelm. 569.

Planck, Max. 488.

Riedl, Anton. †. 407.

Rißmüller. 509.

Rogowski, W. 656.

Rusch, Willi. 684.

Schoder, Willi. 56.

Sequenz, Heinrich. 352.

Teves, Alfred. 160.

Thury, René. †. 549.

Todt, Fritz. 569.

Vahl, Hugo. †. 280.

Wien, Max. †. Von E. Lübecke. 352.

Wolman, Walter. 407.

Wunder, Wilhelm. †. 380.

Zehme, E. C. 656.

III. Schrifttum.

Elektrotechnische Zeitschrift (ETZ)

ETZ-Einbanddecken. 101.

Eingänge.

Bücher. 56. 104. 160. 208. 383. 408. 432. 456. 488. 512. 572. 604. 628. 708.

Doktordissertationen. 104. 160. 352.

384. 456. 488. 708.

Sonderdrucke. 208. 432.

Verschiedenes.

Herausgabe der Vortragsreihe „Fernsehen“ in Buchform. 55.

Buchbesprechungen.

Commission Internationale de l'Eclairage. Von F. Born. 382.

Gesammelte Vorträge der Hauptversammlung 1937 der Lilienthal-Gesellschaft für Luftfahrtforschung. Von H. J. Zetzmann. 604.

Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie. Von H. Menzel. 511.

Graphische Hilfsmittel zur Spannungsberechnung bei Drehstrom-Freileitungen. Bemerkungen dazu. H. Freytag. Brf. 380.

Normalisations, Spécifications et Règles Techniques. Von H. Wagner. 103.

VDE-Fachberichte 1937. Von L. Binder. 184.

Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung, Ölbewirtschaftung. 407.

100 Jahre S I A. Von Har. Müller. 80.

Apel, G., s. Grützner, A.

Aubel, P. v., s. Lademann, F.

Barkhausen, H., Lehrbuch der Elektronenröhren. Von L. Pungs. 570.

Benz, Fr., Einführung in die Funktechnik. Von F. Bergtold. 431.

Bergmann, L., Schwingende Kristalle. Von H. Kösters. 80.

— L., Der Ultraschall. Von E. Lübecke. 382.

Bräuer, K., s. Kuhn, F.

- Daeves, K., Werkstoff-Handbuch Stahl und Eisen. Von A. Przygode. 408.
- Descans, F., s. Jochmans, G.
- Dow, W. G., Fundamentals of Engineering Electronics. Von O. Scherzer. 103.
- Eckert, E., Technische Strahlungsaus-tauschrechnungen. Von A. Dresler. 103.
- Emde, F., s. Hak, J.
- Faßbender, H., s. Feldtkeller, R.
- Feldtkeller, R., Einführung in die Vierpoltheorie der elektr. Nachrichten-technik. Herausg. v. H. Faßbender. Von H. Piloty. 430.
- Freytag, H., Raumexplosionen durch statische Elektrizität. Von R. Vieweg. 708.
- Führer, R., Grundlagen der Fernsprech-schaltungstechnik. Herausg. v. C. J. H. Westphal. Von H. Raettig. 571.
- Gall, D. C., Direct and alternating current potentiometer measurements. Von W. Geyger. 708.
- Gladenbeck, F., Jahrbuch des elektr. Fernmeldewesens. 304.
- Goebel, O., Das Wirtschaftsganze im Blickfeld des Ingenieurs. Herausg. von G. v. Hanffstengel. Von H. Spies. 408.
- Goetsch, H., Taschenbuch f. Fern-meldetechnik. Von Pietsch. 381.
- Götze, C., s. Grützner, A.
- Graßmann, P., s. Steiner, K.
- Grützner, A., G. Apel u. C. Götze, Magnesium-Legierungen. Von H. Menzel. 512.
- Haberland, G. u. F., Elektrotechn. Lehrbücher, Bd. 3. Von M. Zorn. 570.
- Hak, J., Eisenlose Drosselspulen. M. e. Geleitwort v. F. Emde. Von R. Küchler. 511.
- Hamel, G., Integralgleichungen. Von H. Timerding. 381.
- Handel, P. Freih. v., u. K. Krüger, Funknavigation in der Luftfahrt. Von H. J. Zetzmann. 684.
- Hanffstengel, G. v., s. Goebel, O.
- Herrmann, J., Die elektr. Meßinstru-mente. Von A. Palm. 79.
- Jänecke, E., Kurzgefaßtes Handbuch aller Legierungen. Von F. Knoops. 104.
- Jochmans, G., u. F. Descans, Elec-tricité et Magnétisme. Von K. Pohlhausen. 431.
- Jürgensmeyer, W., Die Wälzlager. Von E. v. Ende. 80.
- Kerrl, H., s. Lademann, F.
- Kraemer, O., Bau und Berechnung der Verbrennungskraftmaschinen. Von K. Neumann. 104.
- Krause, H., Galvanotechnik. Von H. Fischer. 431.
- Krüger, K., s. Handel, P. Freih. v.
- Kuhn, F., Der Strompreis und die Stromtarife im Rahmen der deutschen Elektrizitätswirtschaft. Herausg. v. K. Bräuer. Von C. Th. Kromer. 382.
- Lademann, F., u. F. Lehner, Der öffentliche Nahverkehr der Gemein-den. Herausg. v. H. Kerrl, Weide-mann u. P. v. Aubel. Von K. Rißmüller. 80.
- Lehner, F., s. Lademann, F.
- Liesegang, R. E., s. Miehl nickel, E.
- Meller, K., Taschenbuch für die Licht-bogenschweißung. Von O. Zdralek. 103.
- Meyer, E., Beleuchtungstechnik. Von A. Dresler. 431.
- E., s. Schoch, A.
- P., Deutsche Gebührenordnung für Zeugen und Sachverständige. Von A. Przygode. 684.
- Miehl nickel, E., Höhenstrahlung. Her-ausg. v. R. E. Liesegang. Von R. Steinmaurer. 572.
- Moeller, F., Versuche zur elektr. Reso-nanz mit hochfrequenten u. nieder-frequenten Wechselströmen. Von H. Piloty. 103.
- Pokorny, J., Der Elektromotor in der Industrie. Von G. W. Meyer. 382.
- Rupp, H., Die Leuchtmassen und ihre Verwendung. Von M. v. Ardenne. 381.
- Schaefer, Cl., Einführung in die theo-retische Physik. Von E. Lübecke. 407.
- Scheibe, A., Piezoelektrizität des Quarzes. Von W. Geffcken. 571.
- Schoch, A., Die physikalischen und technischen Grundlagen der Schall-dämmung im Bauwesen. Herausg. v. E. Meyer. Von E. Lübecke. 382.
- Schwaiger, A., Elektromotorische An-triebe. Von F. Oertel. 488.
- Stark, J., Forschung und Prüfung. Von W. Bauer. 488.
- Steiner, K., u. P. Graßmann, Supra-leitung. Von W. Meißner. 79.
- Strutt, M. J. O., Moderne Mehrgitter-Elektronenröhren. Bd. 1. Von O. H. Groos. 102.
- Stubbings, G. W., Automatic protec-tion of a. c. circuits. Von R. Schimpf. 431.
- Vieweg, R., Elektrotechnische Isolier-stoffe. Von H. Schwenkhan. 102.
- Walter, M., Kurzschlußströme in Dreh-stromnetzen. Von L. Binder. 570.
- Weidemann s. Lademann, F.
- Westphal, C. J. H., s. Führer, R.
- Willing, W., Die Wirtschaftlichkeit der Stromversorgung des Haushalts. Von R. Schneider. 572.
- Wogrinz, A., Die Untersuchung und Richtigstellung galvanotechnischer Bäder. Von G. Eger. 511.

IV. Verbandsnachrichten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Ausschüsse.

(Änd. = Änderungen und Nachträge zu früheren Fassungen und bestehenden Bestimmungen.)
Entw. = vollständiger Abdruck von Entwürfen.)

- Ausschuß für Drähte und Kabel.
VDE 0250 U „Umstell.-Vorschr. f. isol. Leitungen i. Starkstromanl.“. Änd. 155.
VDE 0285/II. 38 „Prüfg. v. Leitungen u. Kabeln f. feste Verlegung, deren Leiterisol. od. Mäntel aus thermo-plastisch. Kunststoffen bestehen“. 155.

- Aussch. f. el. Anl. i. d. Landwirtsch.
VDE 0130 „Vorschr. f. d. Erricht. elektr. Anlag. i. landwirtsch. Betr. u. ländl. Anwesen.“ Ankündigung 454.
VDE 0131 „Vorschr. f. d. Betr. elektr. Anlag. i. landwirtsch. Betr. u. ländl. Anwesen“. Ankündigung. 454.

- Aussch. f. elektr. Bahnausrüstg.
VDE 0535/III. 38 „Reg. f. elektr. Masch. u. Transf. auf Bahn- u. and. Fahr-zeugen R.E.B.“. Schlußfassung. 324.

Ausschuß f. Elektromedizin.

- VDE 0751/II. 38 „Vorschr. f. elektro-medizin. Hochfrequenzger. z. Dia-thermie, Hochfr.-Chirurgie, Kurz-wellentherapie“. Änd. 379.

Aussch. f. Errichtungsvorschr. I.

- VDE 0100/1936 „Vorschr. nebst Aus-führungsreg. f. d. Erricht. v. Stark-stromanl. m. Betriebsspann. unter 1000 V, V. E. S. 1“. Änd. 29.
VDE 0100 c/VI. 38 „Vorschr. nebst Ausf.-Regeln f. d. Erricht. v. Starkstromanl. mit Betriebsspann. unter 1000 V, V. E. S. 1“. Änd. 705.

Aussch. f. Errichtungsvorschr. II.

- VDE 0101/1934 „Vorschr. nebst Aus-führungsreg. f. d. Erricht. v. Stark-stromanl. m. Betriebsspann. v. 1000 V. u. darüber V. E. S. 2“. Änd. 29.

Ausschuß für Freileitungen.

- VDE 0210 c/I. 38 „Vorschr. f. d. Bau v. Starkstr.-Freil. V. S. F.“. Änd. 156.

Aussch. f. Hochfrequenztechnik.

- VDE 0870 „Leits. f. Kondensatoren der Rundfunk- u. Entstörungstechnik L. R. K.“. Änd. 603.

Aussch. f. Installationsmaterial.

- VDE 0608 „Vorschr. f. Klemmen z. Anschl. v. eindrätigen Alumin.-Leit. m. Querschn. bis 16 mm²“. Entw. 157.
VDE 0608/V. 38 „Leits. f. Klemmen z. Anschluß v. eindrätig. Aluminium-leitern m. Querschn. bis 16 mm²“. Entw. 703.
VDE 0610 „Vorschr., Reg. u. Norm. f. d. Konstrukt. u. Prüf. v. Install.-Mat. bis 750 V Nennspannung, K. P. I.“. Änd. 156.

- VDE 0682/II. 38 „Vorschr., Reg. u. Norm. f. d. Konstr. u. Prüf. v. Install.-Mat. bis 750 V Nennspann. K. P. I.“. Prüfverfahren f. Steck-dosen. 206. B. 280.

- Normblatt DIN VDE 9000 „Rohr ohne Metallmantel“. Entw. 75.
Normblatt DIN VDE 9010 „Stahlrohr mit Auskleidung“. Entw. 350.
Normblatt DIN VDE 9020 „Stahlrohr ohne Auskleidung“. Entw. 350.
Normblatt DIN VDE 9021 „Stahlrohr ohne Auskleidung“. Entw. 76.
Normblatt DIN VDE 9025 „Falzrohr“. Entw. 76.
Normblatt DIN VDE 9026 „Falzrohr“. Entw. 77.
Normblatt DIN VDE 9027 „Falzrohr“. Entw. 77.
Normblatt DIN VDE 9028 „Falzrohr“. Entw. 78.

- Ausschuß f. Isolierstoffe.

- VDE 0318/II. 38 „Leits. f. Hartpap. u. Hartgewebe“. Änd. 205.
VDE 0332 „Leits. f. Glimmer-Erzeug-nisse“. Entw. 705.

- Normblatt DIN VDE 612 „Glimmer-Erzeugnisse in Platten“. Entw. 707.

- Normblatt DIN VDE 614 „Glimmer-Erzeugnisse in Rollen“. Entw. 707.

- Ausschuß für Maschinen.

- Normblatt DIN VDE 2942 „Elektr. Masch., Wellenenden, Riemenschei-ben und Befestigungsflansche; Zu-ordnung der Leitungen“. Entw. 302.

Ausschuß für Meßgeräte.

VDE 0410 „Regeln f. Meßgeräte“. Entw. 481.

Ausschuß für Schaltbilder.

Zur Neubearbeitung der Normblätter für „Schaltzeichen und Schaltbilder in Starkstromanlagen“. N. Lieber. *111.

Inhaltsverzeichnis der neu bearbeiteten Normblätter DIN VDE 709 bis 718. 135.

Normblätter DIN VDE 707, 709 bis 717 u. 719. Bekanntmachung. 454.

Aussch. f. Schalt- u. Steuergeräte.

VDE 0660/1933 „Reg. f. d. Konstr., Prüf. u. Verwendg. v. Schaltger. bis 500 V Wechselspann. u. 3000 V Gleichspann. R. E. S.“. Änd. 205.

Aussch. f. Sicherungswesen.

VDE 0635 „Vorschr. f. Leitungsschutzsicherungen 500 V bis 200 A“. Entw. 29.

VDE 0640 „Leits. f. Install.-Selbstschalter“. Außerkraftsetzung. 349.

Aussch. f. Überspann.-Schutz.

VDE 0675/I. 38 „Leits. f. Übersp.-Schutzgeräte i. Starkstromanl.“. Endgültige Fassung. 131.

Normblätter.

DIN VDE 612 „Glimmer-Erzeugnisse in Platten“. Entw. 707.

DIN VDE 614 Glimmer-Erzeugnisse in Rollen“. Entw. 707.

DIN VDE 707, 709 bis 717 u. 719. Bekanntmachung. 454.

DIN VDE 709 bis 718, Inhaltsverzeichnisse. 135.

Zur Neubearbeitung der Normblätter für „Schaltzeichen und Schaltbilder in Starkstromanlagen“. N. Lieber. *111.

DIN VDE 2942 „Elektr. Masch., Wellenenden, Riemenscheiben und Befestigungsflansche; Zuordnung der Leitungen. 302.

DIN VDE 3568 „Elektrolastwagen, Batterietröge“. Entw. 406.

DIN VDE 3569 „Elektrolastwagen, Klemmen u. Kabelschuhe f. Batterietröge“. Entw. 406.

DIN VDE 9000 „Rohr ohne Metallmantel“. Entw. 75.

DIN VDE 9010 „Stahlrohr mit Auskleidung“. Entw. 350.

DIN VDE 9020 „Stahlrohr ohne Auskleidung“. Entw. 350.

DIN VDE 9021 „Stahlrohr ohne Auskleidung“. Entw. 76.

DIN VDE 9025 „Falzrohr“. Entw. 76.

DIN VDE 9026 „Falzrohr“. Entw. 77.

DIN VDE 9027 „Falzrohr“. Entw. 77.

DIN VDE 9028 „Falzrohr“. Entw. 78.

Neu erschienene Normblätter für Elektrotechnik. 349.

**Prüfstelle des VDE.**

Unberechtigte Benutzung des VDE-Zeichens. 55. 157. 206.

Zusammenstellung der erteilten Genehmigungen zur Benutzung des VDE-Zeichens bzw. der Verbandskennfäden. 75.

Leitungsschutzschalter. 157.

Erlöschen von Prüfzeichengenehmigungen. 569.

Mitgliederversammlung.

Fachberichte zur VDE-Mitgliederversammlung 1938. 28.

— Vorläufiger Zeitplan. 453.

— Programmheft. 509.

40. Mitgliederversammlung des VDE in Köln vom 22. bis 25. Mai 1938. 131. 248. 351. 379. 429. 453.

— Vorläufiger Tagungsplan. 301.

— Einladung. 323.

VDE Gesellschaftsfahrt nach Köln zur Mitgliederversammlung. 455. 486. Jungingeniortreffen am 22. Mai. 481. Zur VDE-Tagung in Köln. K. Hoerner. *489. B. 572.

Zur VDE-Tagung in Köln. 509.

Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. R. Bingel, O. Clemens, W. Fischer, G. Flanze, E. Hueter, J. Th. Jansen, W. Kaufmann, H. Klewe, M. Klob, O. H. Knoll, C. Körfer, A. Krämer, R. Küchler, E. Lübecke, G. Lucas, G. Meiners, H. Mayer-Delius, A. Palm, A. Rachel, W. Rier, K. Ribmüller, F. Ring, K. H. Rollert, M. Schenkel, R. Schimpf, I. Sihler, W. Stäblein, H. Stock, H. Spies, R. Tröger, R. Truschka, R. Viereg, W. Vogel u. M. Walter. *514. B. 604.

Die 40. Mitgliederversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker in Köln. Har. Müller. *653.

Aus den Fachberichtgruppen. 670.

Das Jungingeniortreffen 1938 in Köln. H. Hasse. 683.

Verschiedenes.

Energiewirtschaftsgesetz. VDE-Bestimmungen als anerkannte Regeln der Elektrotechnik. 27.

Amerika-Studienfahrt für Mitglieder des VDE vom 20. April bis 17. Mai 1938. 28. 349.

Besuchsabkommen mit ausländischen elektrotechnischen Vereinigungen. 28. 205. 510.

Sicherheitsgedanken in der Elektrotechnik. Dransfeld. 55.

Vortragsveranstaltung des VDE zur Leipziger Messe. 183. 248.

Der Messeausschuß des VDE. 247.

Neu erschienene VDE-Arbeiten. 279.

Übersetzungen von VDE-Arbeiten. 279. Aufruf betr. NS-Studentenbund. 301.

Telegrammwechsel VDE-Elektrotechnischer Verein Wien anlässlich des Anschlusses. 305.

Aufrufe an die Männer der deutschen Technik. F. Todt u. Ohnesorge. *353.

Verzeichnis der VDE-Arbeiten. 379.

Neuer Vorsitzender des VDE. 509.

Tätigkeitsbericht des VDE 1937/38. H. Blendermann. *540.

Die neuen Prüfvorschriften für Hochleistungsschalter. W. Kaufmann. *553. *580.

Geltungsbeginn von VDE-Vorschriften. 652.

Deutscher Ausschluß der Internationalen Hochspannungskonferenz (DA der CIGRE). 652.

Mitgliedsbeitrag 1938. 684. 703.

Technische Nothilfe. Aufruf an die Elektrotechniker zur Mitarbeit. 703.

Bezirk Berlin-Brandenburg

(vormals Elektrotechnischer Verein).

Einladungen.

Jahresversammlung. 78.

Bezirksversammlungen. 183. 327. 429. 486. 510.

Fachgebiet „Elektrische Bahnen.“ 328. 455. 486.

Fachgebiet „Elektrowärme.“ 32. 206. 455.

Fachgebiet „Funktechnik und Verstärkertechnik.“ 55. 78. 183. 206. 429. 455. 486.

Fachgebiet „Hochspannungsgeräte.“ 101. Fachgebiet „Installationstechnik.“ 78. 101. 136. 158. 206. 279.

Fachgebiet „Leitungstelegraphie und -telefonie.“ 32. 55.

Fachgebiet „Röhrentechnik.“ 136.

Fachversammlung in Frankfurt a. d. O. 136. 429.

Fachversammlung in Landsberg a. d. W. 183. 206. 304. 327. 455.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure. 32. 55. 78. 101. 136. 158. 183. 206. 279. 304. 328. 351. 379. 429. 455. 486. 510. 569. 603. 627.

Besichtigung von Baustellen der Berliner Nord-Süd-Bahn. 32.

Besichtigung des Paketpostamtes 77. 136. 183.

Besichtigung des Feuerschutzmuseums der Feuersozietät der Provinz Brandenburg. 206. 304.

Besichtigung des Hochspannungsinstitutes Babelsberg der Technischen Hochschule Berlin. 405.

Sommerausflug. 486. 569. 627. 652.

Sitzungsberichte.

16. XI. 1937. 487.

11. I. 1938. 627.

25. I. 1938 (Jahresversammlung). 158.

10. II. 1938. 487.

Vorträge.

Herausgabe der Vortragsreihe „Fernsehen“ in Buchform. 55.

Hameister, G., Leistungsschalter und Leistungstrennschalter beim Schalten im Prüffeld und im Betrieb. *605. *634.

Mirow, L. Nutzbremmung bei Einphasen-Wechselstrombahnen. *433. *464. Bespr. 487.

Schau, A., Wirkungsweise und Bauformen elektr. beheizter Durchlauföfen. *577. *608. Bespr. 627.

Wild, W., Geräuschstörungen bei der Übertragung von Sprache auf Leitungen. *385. Brf. 405.

Zinke, O., Spannungsmessungen in der Hochfrequenztechnik. *573.

Verschiedenes.

Preis Ausschreiben der „Zusatz-Stiftung zu Zeitler's Studienhaus-Stiftung“, Berlin. 351.

Andere Bezirke des VDE.

Bezirk Aachen. 652.

Bezirk Hansa. 603.

Bezirk Nordhessen. 101. 429. B. 488.

Bezirk Ostachsen. 604.

Bezirk Württemberg. 55.

Sitzungskalender. 32. 56. 79. 102. 136. 159. 183. 207. 279. 304. 328. 351. 379. 405. 430. 455. 487. 510.

38. Hauptversammlung der Schiffbau-
technischen Gesellschaft. 22.
Verein zur Überwachung der Kraftwirt-
schaft der Ruhrzechen Essen. Jahres-
bericht 1936/37. 346.
Veranstaltungen anderer Vereine. 32.
56. 80. 104. 160. 184. 208. 304.
328. 352. 384. 432. 512. 572. 628.
652. 684.

V. Geschäftliche Mitteilungen.

Außenhandel.

Deutscher Elektroaußenhandel 1937:
181; Jan. bis März 1938: 625.
Österreichs Elektroaußenhandel 1937.
348.
Welterelektroausfuhr 1937. 300.
Canadas Elektroaußenhandel 1936. 26.

Elektroindustrie.

Die schwedische Elektroindustrie im
Jahre 1936. 25.
Auftragseingänge der elektrotechn. Un-
ternehmungen in den V. S. Amerika.
300.
Absatz elektr. Haushaltgeräte in Deutsch-
land. B. 304.
Die elektr. Industrie Ungarns im Jahre
1936. 348.
Die Elektroindustrie Österreichs. 404.
Die deutschen Gesellschaften m. b. H. in
der Elektroindustrie im Jahre 1937.
452.

Beschäftigung der deutschen Elektro-
industrie. 452.

Umsatz der deutschen Elektroindustrie.
452.

Die Elektroindustrie (VDE-Bericht).
514.

Steigende Aktienkurse. 508.

Fränkisches Überlandwerk AG., 25jähri-
ges Bestehen. 130.

**Gas- und Elektrizitätswerke Emden G. m.
b. H.** Auszeichnung im Leistungs-
kampf der deutschen Betriebe 1938.
702.

Handelsregistereintragung. 404.

**Jahresberichten, Aus den — deutscher
Elektrizitätswerke.**

ASW. AG., Sächsische Werke, Dresden.
128.

Badenwerk, Badische Landeselektrizi-
tät-Vers. AG., Karlsruhe (Baden).
128.

Braunkohlen-Industrie AG., Zukunft,
Weisweiler. 128.

DREWAG Dresdner Gas-, Wasser- u.
Elektrizitätswerke AG., Dresden. 128.

Elektrizitäts-Aktiengesellschaft Mittel-
deutschland, Kassel. 128.

Elektrizitätswerk Sachsen-Anhalt AG.,
Halle a. d. Saale. 128.

Fränkisches Überlandwerk AG., Nürn-
berg. 128.

Großkraftwerk Erfurt AG., Erfurt. 128.
Großkraftwerk Franken AG., Nürnberg.
128.

Grube Leopold AG., Bitterfeld. 128.

HEW Hamburgische Electricitäts-Werke
AG., Hamburg. 128.

Kraftwerk Thüringen AG., Gispersleben.
128.

Lech-Elektrizitätswerk AG., Augsburg.
128.

Main-Kraftwerk AG., Frankfurt am
Main-Höchst. 128.

Neckar-Aktiengesellschaft Stuttgart. 128.

Oberpfalzwerk AG., Regensburg. 128.

OEW. Oberschwäbische Elektrizitäts-
werke, Biberach a. d. Riß. 128.

Preußische Elektrizitäts-AG., Berlin. 128.

Sächsische Electricitäts-Lieferungs-Ges.
AG., Siegmarschönau. 128.

Schluchseewerk-Aktienges., Freiburg i.
Br. 128.

Städt. Betriebsamt, Elektrizitätswerk
Bielefeld. 128.

VEW. Vereinigte Elektrizitätswerke
Westfalen AG., Dortmund. 128.

Messer & Co. G. m. b. H., Frankfurt a.
M., 40jähriges Jubiläum. 404.

Nichteisen-Metallwirtschaft im Jahr 1936.
25.

Pfalzwerke AG., 25jähriges Bestehen. 129.

Ruhstrat, Gebr., Göttingen, 50jähriges
Bestehen. 404.

B. Namenverzeichnis.

Die Verfasser von Büchern sind nicht in diesem Verzeichnis, sondern unter Abteilung A III des Sachverzeichnisses aufgeführt.
Persönliche Nachrichten siehe unter Abteilung A II des Sachverzeichnisses.

Zeichenerklärung: * = größerer Aufsatz. — Brf. = Brief an die ETZ. — B. = Berichtigung. — Votr. = Vortrag. — Bespr. = Besprechung.
Arch. = Archiv f. Elektrotechn. Bd. 32 (1938). — Alle Zeichen stehen vor der Seitenzahl.

Die Umlaute ä, ö, ü und ae, oe, ue sind wie die einfachen Laute a, o, u behandelt; Wörter mit Umlauten sind den gleichartigen Wörtern mit einfachen Lauten nachgestellt.

- Ádám, E., Über das magnetische Feld im Luftspalt bei halboffenen Nuten. 97. Arch. 64.
- Adam, M., Die Eigenschaften der neuen Fernsehsendungen vom Eiffelturm. 447.
- Alexandrov, V., s. Bron, O.
- Amrein, W., Feldvektoren und Elektronentheorie. 48.
- Anderson, W. C., Eine Messung der Lichtgeschwindigkeit. 401.
- Andresen, E. G., Über die Welligkeit der Lichtemission bei wechselstrombetriebenen Leuchtstoff-Entladungsröhren. 124.
- E. G., Versuche mit nachleuchtenden Leuchtstoffen. Votr. 620.
- Angwin, A. S., u. R. A. Mack, Das 12-Kanal-Trägerfrequenzsystem Bristol-Plymouth. 446.
- Appel, G., Leuchtwarten für Wasserwerke. *341.
- Applemann, W. R., Geräuschursache und -minderung bei kleinen Motoren. 342.
- Ardenne, M. v. (Bespr.), H. Rupp, Die Leuchtmassen und ihre Verwendung. 381.
- M. v., Technische Ausführung einer Lichtquelle mit gleichbleibender Energie im Bereich sichtbarer Wellenlängen. 428.
- M. v., Die Grenzen für das Auflösungsvermögen des Elektronenmikroskops. 448.
- Avramescu, A., Beiträge zur Berechnung der Kurzschlußwärnung. 346.
- Awaya, K., M. Emi u. S. Hasegawa, Einfluß der Spannungswelligkeit auf die Feinreglung eines Gleichstromgenerators mittels Verstärkerröhren. 619.
- Aydelott, J. C., Neue Ausrüstung für dieselekt. Omnibus. 149.
- Bachellery, A., Elektrisierung der Bahnen Paris—Orleans—Midi. 177.
- Bachert, P., Über das innere magnetische Feld stromdurchflossener Querschnitte und seinen Einfluß auf die elektromagnetischen Kräfte in flüssigen Leitern mit besonderer Berücksichtigung des Wirbelkrafteffektes in Induktionsöfen. 568. Arch. 343.
- Baker, E. B., u. H. A. Boltz, Thermische Elektronenemission in dielektrische Flüssigkeiten. 474.
- Baltzer, J., Grenzen der Anwendung von Synchronuhren. 94.
- Bamberger, A., Elektro-Hochleistungsschraubenlüfter. *227.
- Bartels, H., u. F. Schierl, Die Arbeitsweise gegengekoppelter Verstärker. 297.
- Bauer, A., s. Siemens, A.
- H., Scherbius-Regelung mit Gleichlaufleinrichtung für Walzwerksantriebe. *497.
- W. (Bespr.), J. Starck, Forschung und Prüfung. 488.
- Beams, J. W., s. Snoddy, L. B.
- Becker, B., s. Leithäuser, G.
- Behrens, P., Schwingungsversuche mit Tragbunden für Aluminium-Fernleitungsseile. 176.
- P., Verlegung schwingungsdämpfender Stahlaluminiumleitungen. 471.
- Beiler, A. H., Betriebserfahrungen mit einem 300 kW-Thyatron-Motor für einen Lüfterantrieb. 427.
- Bellaschi, P. L., u. S. W. Roman, Stoßvorgänge in der Natur und im Versuchsfeld. 154.
- Bendfeldt, H., Selbsttätige Spannungsregelung einer Gasmaschinenzentrale. *559.
- Benedict, F. H., Die Technik der Wellenstirnversuche. 74.
- Benesch, M., Die Funktelegraphie in Österreich. 372.
- Berg, H. Th., Beitrag zur Bestimmung der Ortskurve und des Drehmomentes eines Doppelnutmotors. 201. Arch. 131.
- Bergmann, L., u. R. Pelz, Untersuchungen an Selenphotoelementen. 447.
- Bergtold, F. (Bespr.), Fr. Benz, Einführung in die Funktechnik. 431.
- Berthold, R., Erfahrungen und Neuerungen auf dem Gebiet der magnetischen Werkstückprüfung. Votr. 322.
- R., Ergebnisse, neue Möglichkeiten und Grenzen der Röntgen- und Gammadurchstrahlung. 598.
- Betz, H., s. Güntherschulze, A.
- Bewly, L. V., s. Blume, L. F.
- Beyaert, R., Die verschiedenen Kleinmotoren der Elektroindustrie. 602.
- Bidlingmaier, s. Thilo.
- Biermanns, J., Fortschritte im Bau von Druckgasschaltern. *165. *194.
- Bigalke, A., Die selbsttätige Aufnahme einmaliger Vorgänge mit dem Elektronenstrahl-Oszillographen. *389.
- Binder, L., u. W. Hörcher, Beitrag zur Neu-Eichung der Kugelfunkenstrecke für Niederfrequenz. *161.
- L. (Bespr.), VDE-Fachberichte. 184.
- L., u. W. Hörcher, Hochspannungs-Meßwiderstand. 425.
- L., Streuspannung und Ankerrückwirkung von Synchronmaschinen aus der Erregerstrom-Kennlinie (Tangenten-Methode). *492. B. 572.
- L. (Bespr.), M. Walter, Kurzschlußströme in Drehstromnetzen. 570.
- Bingel, R., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 514.
- R., Die Elektrotechnik in der Industrie. Votr. *659.
- Bleicken, Drehstromantrieb von Haupt- und Hilfsmaschinen auf Grund der Erfahrungen mit dem Frachtschiff „Wuppertal“. Votr. 22.
- Blendermann, H., Tätigkeitsbericht des VDE 1937/38. *540.
- Bleser, E., Luftschutzverdunklung für Innenräume. *337.
- Blondel, A., s. Gersun, A. A.
- Blum, E., u. W. Finkelnburg, Quantitative Messungen an Kondensatorentladungen. 202.
- Blume, L. F., u. L. V. Bewly, Schaltüberspannungen an Stufenregelleinrichtungen für Transformatoren. 400.
- Böcker, H., s. Rogowski, W.
- Bodmer, Beziehung zwischen Höchstgeschwindigkeit und Reisezeit. 125.
- Bogenshütz, R., Neuer Weg im Bau überstromträger Schmelzsicherungen. 619.
- Boening, Praktische Erfahrungen bei Revisionen von Hochspannungs-Abnehmeranlagen im Versorgungsgebiet der Bewag. Votr. 487.

- Böniger, G., Betriebserfahrungen mit Erdungs-, Nullungs- und Schutzschaltungseinrichtungen in der großstädtischen Elektrizitätsversorgung. Brf. 510.
- Boltz, H. A., s. Baker, E. B.
- Boros, P., Steuer- und Bremsschaltung für Zentrifugenantrieb. 471.
- Borries, B. v., u. J. Dosse, Zerstreuung von Elektronenstrahlen durch eigene Raumladung. 374. *Arch.* 221.
- Bown, F. (Bespr.), Commission Internationale de l'Eclairage. 382.
- Bräuer, E., Neuzeitliche Tauchspulrelais. *225. B. 384.
- Breitling, W., Ein neues Prüfgerät für permanente Magnete. *89.
- Brinkmann, C., Ein direktzeigendes Membranvakuummeter mit hoher Empfindlichkeit. 98. *Arch.* 59.
- Brockhaus, S., Kurzschlußläuferausführungen und ihre Kennlinien. Votr. *53.
- Bron, O., u. V. Alexandrov, Untersuchung über die Lichtbogenbildung auf dem Kommutator von Gleichstrommaschinen. 698.
- Brown, J. L., Instandhaltung von Eisenbahnschienen durch den elektr. Lichtbogen. 124.
- Brück, L., Gegenkopplungsschaltungen unter besonderer Berücksichtigung der Rundfunkempfänger. 480.
- Bruckman, H. W. L., u. M. F. Reynst, Torsionswaage zur Prüfung von Zählern. 373.
- Brüderlink, R., Fachgruppe Elektromaschinenbau. 673.
- Buchhold, Th., Die elektr. Bremse bei elektr. Vollbahnantrieben. *81.
- Buchholz, F., Zusammensetzung der Wirk-, Blind- und Scheinleistung bei Wechselströmen beliebiger Kurvenform und neue Leistungsdefinitionen für unsymmetrische Mehrphasenströme beliebiger Kurvenform. Brf. 569.
- Bücking, O., Über Elektrolytkondensatoren und ihre Herstellung. Brf. 207.
- Budeanu, C., Kapazitäten und Induktivitäten als verzerrende Elemente. 506. *Arch.* 251.
- Bunet, P., Induktivität von eisenlosen Spulen und Bestimmung der Streuinduktivität von Transformatoren. 92.
- P., Induktivität von kreisrunden Spulen. 568.
- Busch, H., Fachgruppe Telegraphie und Fernsprechen. 681.
- Buss, K., Ein neuartiger Stoßspannungsgenerator zur Kabelprüfung. *437.
- Chambadal, M., s. Mancy, M.
- Chauveau, M. I., Selbsttätige Zugbeeinflussung der französischen Eisenbahnen. 616.
- Chladek, W., Drehbankantriebe bis 300 kW. *189.
- Clemens, O., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 514.
- Cooper, S. B., Neuzeitliche amerikanische Straßenbahn-Ausrüstungen. 595.
- Crämer, R., 10 t-Prüftransformator für 1 Mill V-Betriebsspannung. *228.
- Csilléry, D. u. L. Peter, Prüfung geschweißter Schienenstoßverbindungen der Bull-Head-Schienen mit schrumpfender Fußlasche. 400.
- Dana, E., Neuzeitlicher Obusbetrieb in Boston. 321.
- Daene, H., u. W. Hubmann, Elektrometerröhren. 72.
- Dannatt, C., Messung der elektr. Arbeit bei Quecksilberdampf-Gleichrichtern. 19.
- Dargent, A., s. Rouville, De.
- Dettmar, G., Die Bedeutung einer „Geschichte der Elektrotechnik“. *618.
- Dietrich, J. R., s. Snoddy, L. B.
- Diggle, H., Anwendung und Konstruktion von Transformatoren mit Stufenregelung unter Last. 97.
- Di Pieri, C., Neues Verfahren zur Prüfung von Dreileiter-Drehstromzählern mit einem Leistungsmesser. 472.
- Ditisheim, P., Beeinflussung des Lageröles elektr. Geräte durch Isolierlack- und Gehäuseausdünstungen. 426.
- Doan, G. E., Unsere Söhne werden Spezialisten. 154.
- Dosse, J., s. Borries, L. v.
- Drausfeld, Sicherheitsgedanken in der Elektrotechnik. 55.
- Dresler, A. (Bespr.), E. Eckart, Technische Strahlungsausrechnungen. 103.
- A. (Bespr.), E. Meyer, Beleuchtungstechnik. 431.
- Dreyfus, R., Ein neues Anrufsystem für Gesellschaftsleitungen. 372.
- Driescher, F., Neue Wege im Bau von Hochleistungsparatronen. *264.
- Drotschmann, K., Über die Möglichkeiten des braunsteinlosen Verfahrens zur Herstellung galvanischer Batterien. 298.
- Düll, H., Über das Zusammenschalten von mehreren Fernsprechleitungen zu Konferenz- oder Sammelverbindungen. 73.
- Dumas, J., u. R. Gourjon, Kraftwerk Génissiat a. d. Rhone. 295.
- Dworeck, O., Verbesserung der Mast-erdgungswiderstände von Hochspannungsleitungen. *185.
- Eckart, E., Erfahrungen mit fernsignalisierten Gleichrichterwerken. Votr. 604.
- Edgar, R. F., Ein neuer photoelektr. Hystereseschreiber. 399.
- Edwards, F. S., u. G. J. Scoles, Ein 2000 kV-Stoßgenerator. 48.
- F. S., u. J. F. Smee, Die Eichung von Kugelfunkentrecken für Wechselspannungen bis 1 MV. 473.
- St. R., Technische Neuerungen auf dem Gebiete des Fernmeldewesens in den V. S. Amerika im Jahre 1937. 694.
- Egar, G. (Bespr.), A. Wogrinz, Die Untersuchung und Richtstellung galvanotechnischer Bäder. 511.
- Egli, M., Temperaturschaukelung bei elektr. Heißwasserspeichern. 203.
- Eisert, J., Schaltfehlerschutz. *13. B. 56.
- Elsner, R., Zur Frage der rechnerischen Ermittlung von Überschlagsverzugs-kennlinien aus der Stoßkennlinie als Funktion der Halbwertdauer. *315.
- R., Die Vorausberechnung von Stoßgeneratoren und ihrer Stoßwellen. *375.
- Elstermann, H., s. Knoll, M.
- Emi, M., s. Awaya, K.
- Ende, E. v. (Bespr.), W. Jürgensmeyer, Die Wälzlager. 80.
- Engel, W., Elektr. Ausrüstung für Industrieantriebe in den V. S. Amerika. *23.
- Eppen, F., u. H. Seiberth, Rundfunkförungsmessungen an Straßenbahnen. *629.
- Ernst, F., Moderne Wege der elektr. Lichterzeugung. Votr. *429. B. 488.
- Estorff, W., Fachgruppe Schaltanlagen und Schaltgeräte. 672.
- Feldenkraiss, M., Spannungsmesser mit umlaufendem Meßbelag für sehr hohe Spannungen. 73.
- Fels, J. J., Das neue holländische Kraftwerk „Gelderland“. *63. B. 136.
- Finkelburg, W., s. Blum, E.
- Fischer, H. (Bespr.), H. Krause, Galvanotechnik. 431.
- K., Ältere und neuere Versuche betreffend Transformatorenspulen aus Hartpapier. *499.
- K., Neue Möglichkeiten für elektr. Meßgeräte. 593.
- W., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 514.
- Flanze, G., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 514.
- Fletscher u. Silvers, Die neueste Obus-Entwicklung in Großbritannien. 20.
- Flory, L. E., s. Zworykin, V. K.
- Foitzek, R., Untersuchungen an Kathodenfallableitern mit hohen Stoßströmen. 201.
- Foretay, E., Ein tragbarer 5 kV-Gleichstromerzeuger. 593.
- Fösel, W., Die Fernmeldeanlagen des Gästehauses der Stadt der Reichsparteitage. *685.
- Franck, S., Messung der Energie von Wanderwellen. 150.
- Franken, H., Die Entwicklung der Niederspannungs-Schaltgeräte. *461.
- Freitag, H., Bemerkungen zu „Graphische Hilfsmittel zur Spannungsberechnung bei Drehstrom-Freileitungen.“ Brf. 380.
- Froböse, E., Elektr. Meßlehre. 343.
- E., Mechanischer Meßgleichrichter mit einstellbarer Schaltphase. 566. *Arch.* 209.
- Galmische, M. Ch., Zusatzverluste in Gleichstrommaschinen infolge der Kommutierung. 371.
- Gänger, B., Der wärmeelektr. Durchschlag. 597. *Arch.* 346.
- B., Der Einfluß der Kurvenform auf die Durchschlagspannung einiger Isolierstoffe. 646. *Arch.* 401.
- Garrard, C. C., Britische Stellungnahme zu den neuen Schalterprüfvorschriften. 565.
- Garreau u. Vinson, Die Unterwerke der elektrisierten Strecke Paris—Le Mans. 48.
- Geffcken, W. (Bespr.), A. Scheibe, Piezoelektrizität des Quarzes. 571.
- Geisweid, K. H., Bericht über Versuche an einem neuen Netzkupplungs-umformer mit drehzahlregelbarer Synchronmaschine. *613.
- Gerber, W., u. A. Werthmüller, Rundfunkstörungen durch Zwischenfrequenz-Empfänger. 177.
- W., u. H. Kölliker, Messung des hochfrequenten Fahrdraht-Scheinwiderstandes von Straßenbahnen. 346.
- W., u. H. Kölliker, Hochfrequente Rundfunkstörungen durch Bahn-gleichrichter. 346.
- Gersun, A. A., u. A. Blondel, Das Lichtfeld. 148.
- Gertsch, R., Zehn Jahre Kabelfehlerstatistik in der Schweiz. 584.
- Geyger, W., Selbsttätige Aufzeichnung von Wechselstrom-Ortskurven. 16.
- W., Punktweise Aufnahme von Wellenformen. 123.
- W., Motorzähler für Widerstandsmessungen. 150.

- Geyger, W., Messung dielektr. Verluste mit Elektrodynamometern. 643.
- W. (Bespr.), D. C. Gall, Direct and alternating current potentiometer measurements. 708.
- Giorgi, G., Giorgisches Maßsystem. 204.
- Gormann, G., Das Wasserkraftwerk Rincón del Bonete am Rio Negro in Uruguay. *557.
- Gourjon, R., s. Dumas, J.
- Graf, L., Vielfachausnutzung von Freileitungen durch neuzeitliche Dreifach-Trägerfrequenzsysteme (T_1, T_3 -Systeme). 621.
- Griffith, H. C., Weitere Elektrisierung bei der Pennsylvania-Bahn. 505.
- H. V., Maßnahmen zur Bekämpfung des Empfangsschwundes beim Kurzwellenempfang durch Mehrfachantennen. 398.
- Groos, O. H., Die Technik des Magnetfeldröhrensenders. 86.
- O. H. (Bespr.), M. J. O. Strutt, Moderne Mehrgitter-Elektronenröhren, Bd. 1. 102.
- Gross, B., Die Anomalien der festen Dielektrika. 204.
- Großkopf, J., u. E. Meinel, Bestimmung des zulässigen Feldstärkeverhältnisses zweier gleichzeitig empfangenen Sender in Abhängigkeit vom Frequenzabstand. 567.
- Güntherschulze, A., u. H. Betz, Die Funken der elektrolytischen Ventilwirkung. 474.
- Guthmann, K., Bemerkenswerte Gichtgas-Elektrofilteranlage. 99.
- Haag, L., Ein neuer Gleichstrom-Schnellschalter mit sehr kleinem Schaltverzug. *229.
- Hahn, F., Eine Theorie der Verluste in Fernsprechanlagen. 372.
- Hak, J., Zur Berechnung der Kurzschlußerwärmung bei Drosseln. 46.
- J., Hochfrequenzwiderstand von Massekernspulen. 427.
- J., Gegeninduktivitäten und Kräfte zwischen geraden Strecken und Selbstinduktivität von regelmäßigen Vielecken. 505. Arch. 267.
- Hameister, G., Leistungsschalter und Leistungstrennschalter beim Schalten im Prüffeld und im Betrieb. Votr. *605. *634.
- Handler, J., 60 kV-Freileitung und Freileitstation mit Gußbetonmasten. 619.
- Härry, A., Eisstörungen bei Wasserkraftanlagen. 344.
- Härter, W., Experimentelle Ermittlung der Spannungsstabilität bei Synchron- und Asynchronmaschinen ungefähr gleicher Größe. 592. Arch. 340.
- Hasché, E., Zur „Alterung“ von Quarzlampen. *119.
- Hase, R., Fachgruppe Elektrowärme. 674.
- Hasegawa, S., s. Awaya, K.
- Hasse, H., Die Elektrotechnik auf der Internationalen Automobil- und Motorrad-Ausstellung Berlin 1938. *316.
- H., Das Jungingenieurtreffen 1938 in Köln. 683.
- Hasumi, Y., Das synchrone Schleichen des Induktionsmotors. 619.
- Hauffe, G., Zur Theorie der Boucherot-Schaltung. 642. Arch. 398.
- Hauser, A., Leistungsfaktor-Verbesserung im Hochspannungsnetzbetrieb der Nordostschweizerischen Kraftwerke (NOK). 556.
- Heimann, W., u. K. Wemheuer, Beitrag zur Wirkungsweise des Elektronenstrahl-Bildabtasters. 424.
- Henney, K. A., Die Vorausbestimmung des Ausbreitungswiderstandes von Starkstromertern. 45.
- Henning, W., Fernbedienungsanlagen. Votr. 101.
- Herden, W., Großschalter für 3000 A, 750 V für Gleich- und Wechselstrom. *340.
- Hermann, P. K., u. W. Schmid, Anwendung der elektr. Meßlehre zum Messen und Steuern. 344.
- Herskind, C. C., Neue Gleichstrom-Transformatoren. 296.
- Hayashi, K., s. Morita, K.
- Hilgendorff, H. J., Neue Meßgeräte der Fernmeldetechnik. *217.
- Hirt, E., Die Leitfähigkeit des Bodens in Abhängigkeit von seiner Feuchtigkeitsverteilung. *43.
- Hochhäusler, P., Der Phasenschieber-Kondensator unter dem Einfluß stationärer und nichtstationärer Überspannungen in Versorgungsnetzen. Votr. *457.
- Höfer, H., Ein Stoff hoher Dielektrizitätskonstante. 448.
- R., Die Konstanten des Stoßgenerators für eine gegebene Wellenform. 567. Arch. 275.
- Hoehn, E. H., Parallel-Kondensatoren mit selbsttätiger Zu- und Abschaltung. 122.
- Hochne, E., Ersatz von Antimon durch Kalzium im Bleisammler. 598.
- Holzinger, G. F., Lokomotiven für gemischten Fahrdracht- und Speicherbetrieb. *57.
- Hopferwieser, St., Der Anlaufvorgang bei elektromotorischen Antrieben. 18.
- Höpfner, K., u. H. F. Mayer, Stand der Breitbandkabeltechnik in Deutschland. 423.
- Höpcke, Das Licht am Fahrzeug entsprechend den Anforderungen der neuesten Straßenverkehrs-Ordnung. Votr. 652.
- Höpp, W., Die Isolierung der Niederspannungsschaltgeräte mit neuzeitlichen Isolierproßstoffen. *440.
- Hörcher, W., s. Binder, L.
- Hoerner, K., Zur VDE-Tagung in Köln. *489. B. 572.
- Hubert, C., Mechan. Schnellsenk-Anordnung für Vergüteteile. 149.
- Hubmann, W., s. Daene, H.
- Huggins, P., Einphasen-Kondensatormotoren. 471.
- Hurre, K., Einsparung nickelhaltiger Legierungen beim Bau elektr. Widerstände. *639.
- Hueter, E., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 514.
- Induni, G., Erdungsprüfer für geerdete und genullte Geräte. 504.
- Jacottet, P., Der gegenwärtige Stand der Frage des elektr. Sicherheitsgrades in den V. S. Amerika. *197.
- P., Die neunte Tagung der Internationalen Hochspannungskonferenz (CIGRE). 289.
- P., u. W. Weicker, Internationale Vereinheitlichungen auf dem Gebiete der Stoßspannungsprüfungen. *366.
- Jansen, J. Th., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 514.
- Janzen, A., Ein neues Stromverteilungssystem für große Gebäude. 20.
- Jarry, A., Eine neue Synchronuhr mit kurzfristiger Gangreserve. 373.
- Jenne, W., Selbsttätig einstellbarer Bremsstrom für Anhängewagen. 73.
- Jokisch, H., Chemische Selbstkorrosionen an Fernkabeln. 121.
- Jolibois, P., Die Funkenelektrolyse. 506.
- Jones, T. B., s. Whitehead, J. B.
- Jumau, L., Die Akkumulatoren nach den letzten Patenten. 593.
- Kafka, H., Die graphische Darstellung der Leitwert-, Strom- und Leistungsgrößen eines Vierpoles bei konstanter Ausgangsspannung und beliebiger Endbürde (Anwendung auf Fernleitungen). 298. Arch. 161.
- Kaiblinger, L., Neuartige Prüfstange zur Untersuchung von Isolatorenketten. 445.
- Kasahara, H., s. Watanabe, Y.
- Kaufmann, W., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 514.
- W., Die neuen Prüfvorschriften für Hochleistungsschalter. *553. *580.
- Kautter, W., Breite Quarzregelfilter. 321.
- Keller, C., Aerodynamische Versuchsanlage für hydraulische Maschinen. 126.
- H., Hochfrequenz-Telephonrundspruch in der Schweiz. 149.
- Kemper, H., Schwebende Aufhängung durch elektromagnetische Kräfte: eine Möglichkeit für eine grundsätzlich neue Fortbewegungsart. *391.
- Kern, E., Der Dreiphasen-Stromrichter-motor und seine Steuerung bei Betrieb als Umkehrmotor. *467. *494.
- Kerr, G. P., s. Luckiesh, M.
- Kettel, E., u. H. Oltze, Die selbsttätige Scharfabstimmung. 360.
- Kienzle, R., Zerstörung von Elektronenraumladungen durch positive Trägerstrahlen. 178.
- Kilb, E., s. Schmitt, J.
- Kirschstein, B., u. F. Koppelman, Der elektr. Lichtbogen in schnellströmendem Gas. 346.
- B., u. F. Koppelman, Beitrag zur Minimumtheorie der Lichtbogensäule, Vergleich zwischen Theorie und Erfahrung. 374.
- Klewe, H., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 514.
- Kloß, M., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 514.
- Kluge, W., Entwicklungsstand in Physik und Technik neuzeitlicher Photzellen. *647.
- Knoll, M., u. H. Elstermann, Kathodenstrahl-Personenbildabtaster für normalbeleuchtete Räume. 505.
- O. H., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 514.
- Knoops, F. (Bespr.), E. Jänecke, Kurzgefaßtes Handbuch aller Legierungen. 104.
- Knowlton, A. E., Erreichte thermodynamische Wirkungsgrade der Stromerzeugung in den V. S. Amerika und England. 403.
- Kobayashi, M., Bildtelegraphie mit Zeitmodulation. 345.
- Koga I., Piezoquarzo für ultrakurze Wellen. 701.
- Köhler, J. W. L., Nichtlineare Verzerrungen magnetischen Ursprungs. 99.
- Kölliker, H., s. Gerber, W.
- Koopman s. Schilling.

- Koppelman, F., Untersuchungen einer Bogenentladung mit schnellen Spannungsstößen. 298.
— F., s. Kirschstein, B.
- Körfer, C., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 514.
- Korff, S. A., Zählrohrmessungen der Höhenstrahlung im Registrierballon. 444.
- Kösters, H. (Bespr.), L. Bergmann, Schwingende Kristalle. 80.
- Kother, H., Fahrzeitermittlung und Bestimmung der Beanspruchung der Fahrmotoren und des Transformators elektr. Triebfahrzeuge. 114.
— H., Eine Maschine zur Berechnung von Fahrzeiten und Verbrauchswerten von Eisenbahnzügen. 589.
- Krämer, A., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 514.
— W., Der relaislose Regelantrieb mit Sattelkennlinie für Stufenschaltung. *215.
- Kraus, W., Ein neuer tragbarer Gleichstromerzeuger. 47.
- Kreff, H., K. Larché u. A. Rüttenauer, Eine neue Strahlungsquelle für Ultraviolett-Bestrahlung. 203.
- Krohne, E., Betriebserfahrungen mit Erdungs-, Nullungs- und Schutzschaltungs-Einrichtungen in der großstädtischen Elektrizitätsversorgung. Brf. 511.
- Kromer, C. Th. (Bespr.), F. Kuhn, Der Strompreis und die Stromtarife im Rahmen der deutschen Elektrizitätswirtschaft. 382.
- Küchler, R. (Bespr.), J. Hak, Eisenlose Drosselspulen. 511.
— R., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 514.
- Kusakari, Ein neues Verfahren zur Verhütung der selbsterregten Schwingungen bei Synchronmaschinen. 591.
- Kußmann, A., s. Steinhaus, W.
- Langhein, W., Messen der Überwachungsströme in den Fahrstrichen eines Streckenblocks. *67.
- Larché, K., s. Krefft, H.
- Laycock, W. E., Ein elektr. Verfahren zur Ermittlung von Unregelmäßigkeiten des Bleimantels von Kabeln. 565.
- Lehmhaus, F., Die elektr. Stoßfestigkeit fester Isolierstoffe bei Beanspruchung im Stirnbereich. 597. Arch. 281.
- Leiner, G., Zur Theorie der Ortskurven. 97. Arch. 52.
— G., Zur Theorie des Drehstrom-Regelsatzes nach A. Heyland. 176. Arch. 71.
— G., Zur rechnerischen Untersuchung der Kommutierungsverhältnisse von Drehstrom-Kommutatormaschinen mit besonderer Berücksichtigung der Heylandschen Hintermaschinen. 320. Arch. 139.
— G., Die Drehstrom-Reihenschlußmaschine als Hintermaschine bei rein untersynchroner Drehzahlregelung. 425.
- Leithäuser, G., u. B. Becker, Ungewöhnliche Zustände der Ionosphäre. 401.
- Leonhard, A., Eine neue Umformerart für die Kupplung von Wechselstromnetzen. *117.
- Lieber, N., Zur Neubearbeitung der Normblätter für „Schaltzeichen und Schaltbilder in Starkstromanlagen“. *111.
- Lindern v., u. de Vries, Eine neue drahtlose Verbindung auf Dezimeterwellen in Holland. 125.
- Lloyd, T. C. s. Puchstein, A. F.
- Löb, Zur Leipziger Messe. *209.
- Lohausen, K. A., Fortschritte im Bau von Hochspannungssicherungen. *222.
- Lubberger, F., Praktische und theoretische Rechnungsunterlagen für den Fernspreverkehr. 203.
- Lübecke, E., Max Wien †. 352.
— E. (Bespr.), L. Bergmann, Der Ultraschall. 382.
— E. (Bespr.), A. Schoch, Die physikalischen und technischen Grundlagen der Schalldämmung im Bauwesen. 382.
— E. (Bespr.), Cl. Schaefer, Einführung in die theoretische Physik. 407.
— E., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 514.
— E., Fachgruppe Elektrophysik. 678.
- Lucan, F., Der Umkehrfernswitcher und die damit verbundene Installationsweise. *261.
- Lucas, G., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 514.
- Luckiesh, M., A. H. Taylor u. G. P. Kerr, Künstliches Tageslicht. 594.
- Lutz, W., Unmittelbare Phasenmessung mit der Braunschen Röhre. 425.
- Mack, R. A., s. Angwin, A. S.
- Maier, E., Die Ethik des Ingenieurberufs. Vortr. 683.
— K., Neuartige Umschaltung von Strom-, Spannungs- und Leistungsmessern in Dreiphasenschaltungen. *687.
- Mallandt, H., Verstärkung und Selbsterregung von Dezimeterwellen in den normalen Schaltungen mit Gittersteuerung. 297.
- Mancy, M., u. M. Chambadal, Die Entwicklung der großen Wärmekraftwerke in Frankreich. 693.
- Marchant, E. W., Elektr. Schwingungen und ihre Anwendung beim Fernsehen. 99.
- Mariani, M., Kapazitive Überströme in Senderöhren. 644.
- Marshall, R. N., Billiges Mikrophon für mannigfaltige Verwendung. 345.
- Martenet, L., Feststellung fehlerhafter Stützen-Isolatoren auf Holzmasten während des Betriebes. 147.
- Marx, E., Stromrichter mit beliebig veränderlichem Leistungsfaktor. *357.
- Mason, R. C., Zusammenbruch von Vakuumfunkenstrecken. 427.
- Maurer, W., Fachgruppe Energieübertragung. 670.
— Verbundbetrieb von Elektrizitätswerken. Vortr. 683.
- Mayer, H. F., s. Höpfner, K.
- McPetrie, J. S., Der Reflexionskoeffizient der Erdoberfläche für Funkwellen. 701.
- Meinel, E., s. Großkopf, J.
- Meiners, G., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 514.
- Meißner, A., Fachgruppe Funktechnik. 682.
— W. (Bespr.), K. Steiner u. P. Graßmann. 79.
- Mentz, A., Fachgruppe Telegraphie und Fernsprechen. 680.
- Menzel, H. (Bespr.), Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie. 511.
— H. (Bespr.), A. Grützner, G. Apel u. C. Götze, Magnesium-Legierungen. 512.
- Meschter, E., Ein Elektronenmikroskop zum Studium thermischer und sekundärer Elektronenemission. 428.
- Meunier, G., Großlautsprecheranlage in Paris. 126.
- Meyer, G. W. (Bespr.), J. Pokorny, Der Elektromotor in der Industrie. 382.
— H. O., Elektr. Regeln der Temperatur. Vortr. 603.
— U., Fachgruppe Starkstromkabel. 671.
- Meyer-Bartholdt, R., Über Elektrolytkondensatoren und ihre Herstellung. Brf. 207.
- Meyer-Delius, H., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 514.
- Michel, L., Die Elektrizität in Belgien, wirtschaftliche und finanzielle Organisation. 404.
— P. C., Der Gütefaktor von Kurzwellenspulen. 178.
- Minssieux, J., Einige Anwendungen des Hochfrequenzofens in der Stahlgießerei. 621.
- Mirow, L., Nutzbremsung bei Einphasen-Wechselstrombahnen. Vortr. *433. *464. Bespr. 487.
- Miyauchi, S., Störungen an Durchführungen und Maßnahmen dagegen. 10.
- Moebes, R., Zur Frage niederfrequenter Rundfunkstörungen bei Gleichrichterspeisung. *311.
- Moll, G., s. Schafmeister, P.
— P. J., Zur Frage der Scheider in Starterbatterien. 374.
- Mollwo, L., Hochspannungs-Gegeninduktivitäten mit kleinem Fehlwinkel 19.
- Moncada, C. F., Untersuchungen über den selbsterregten Asynchronengenerator. 121. Arch. 1.
- Moenich, L., Maßnahmen zur genauen Temperatureinhaltung in Öfen zur Leichtmetallvergütung. 473.
- Morita, K., u. K. Hayashi, Vergleich zwischen Tannenbaumstrahler und Parabolspiegel hinsichtlich ihrer Eigenarten bei der Ausstrahlung von Kleinstwellen. 370.
- Moers, K., Über das Problem der Leuchtkörperzusammendrängung in gasgefüllten Glühlampen. 700.
- Morton, G. A., s. Zworykin, V. K.
- Müller, Har. (Bespr.), 100 Jahre SIA. 80.
— Har., Die 40. Mitgliederversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker in Köln. *653.
— K., u. O. Schneider, Praktische Messungen an Gemeinschaftsantennen-Anlagen. 100.
— W., Elektr. Schnelltriebzüge der Schweizerischen Bundesbahnen. 643.
- Müller-Strobel, J., Über die Ausbreitung gedämpfter Stoßwellen in Stoffen kleiner Leitfähigkeit. 321. Arch. 198.
- Nakamura, Y., s. Watanabe, Y.
- Nawo, L., Stoffersparnis und Stoffaustausch bei Elektrowärmegegeräten. *258.
- Nentwig, K., Die Verwendung schwingfähiger Anordnungen für Alarmzwecke. 21.
- Neubert, P., Grundlagen und Handhabung der Photothermometrie. 436.

- Neumann, H., Der verbundgespeiste Dauerkurzschluß in verwickelten Netzen unter Berücksichtigung der Vorlast. 175. *Arch.* 88.
- K. (Bespr.), O. Kraemer, Bau und Berechnung der Verbrennungskraftmaschinen. 104.
- Neuroth, K., Beitrag zur Frage des Überspannungsschutzes von Stationen mit Kabelstrecken. *306.
- Newman, M., Sehr kurze Zeiten der Funkenverzögerung. 428.
- Nicolet u. Nouvion, Neue elektr. Triebwagenzüge der franz. Staatsbahn. 473.
- Nienhold, J., Die stetig steuerbare gasgefüllte Verstärkerröhre und ihre Anwendung als Hochfrequenzerzeuger. *329.
- Nitsche, R., Fachgruppe Isolierstoffe. 677.
- Nölke, O. E., Meßwandler-Prüfeinrichtung nach dem Differential-Nullverfahren. *41.
- O. E., Regeltransformatoren für Niederspannung. *210.
- Norinder, H., Indirekte Blitzüberspannungen auf Kraftleitungen. *105.
- Nouvion s. Nicolet.
- Nowak, P., Kunststoffe im Kabel- und Leitungsbau. 174.
- Ogawa, H., Verzerrung von Wanderwellen durch Koronaerscheinungen. 564.
- Öhman, G., Kontraktionskammer für Hochspannungsschalter. 641.
- Ohnesorge, Aufruf an die Männer der Technik. *353.
- Oltze, H., s. Kettel, E.
- Orsi, A., Messung der Kommutatorerwärmung bei elektr. Maschinen. 642.
- Oertel, F. (Bespr.), A. Schwaiger, Elektromotorische Antriebe. 488.
- Orth, A., Eine neue selbsttätige Steuerung für stetige Fördereinrichtungen. *220.
- Ossanna, J., Über Leistungs- und Arbeitsbilanzen der allgemeinen Übertragungsleitung. 503.
- Ostendorf, W., Entionisierungszeiten von Stromrichtern. *87.
- W., Der fremdgeführte Wechselrichter in Gegentaktschaltung. 642. *Arch.* 349.
- W., Einrichtung zur Messung elektr. Winkel sowie räumlicher Winkel an umlaufenden Maschinen. *689.
- Pachr, H. W., Messung von Ionisationen in Gasen mit Wechselstrom. 401.
- Palm, A. (Bespr.), J. Herrmann, Die elektr. Meßinstrumente. 79.
- A., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 514.
- A., Fachgruppe Meßtechnik. 676.
- Panzer, F., Magnesiumgußlegierungen in der Elektroindustrie. *255.
- Panzerbieter, H., Stand der Entwicklung von Mikrofonen und Telefonen für Teilnehmerapparate. *550.
- Park, J. H., Einfluß der Wellenform auf die Eigenschaften von Stromwandlern. 176.
- Parschalk, Fr., Überlastschutz von Hochspannungsanlagen durch Hauptstrom-Thermorelais. *211.
- Paschke, G., s. Schulz, E.
- Payman, W., W. C. F. Shepherd u. D. W. Woodhead, Kameras für hohe Aufnahmegeschwindigkeiten zur Untersuchung der Explosion fester Sprengstoffe. 73.
- Pearce, C. T., Leistungsfaktor-Verbesserung in Industrieanlagen. 591.
- Pelz, R., s. Bergmann, L.
- Penning, F. M., Tiefdruckmanometer. 321.
- Péter, L., s. Csilléry, D.
- Petzel, F. W., Amerikanische Flugsicherungstechnik. *137. *168.
- Pflüger, P. M., Holzfeuchtigkeitsmesser. 144.
- Pickles, J. S., Elektrisierung auf dem Lande. 596.
- Pietsch (Bespr.), H. Goetsch, Taschenbuch für Fernmeldetechniker. 381.
- Piloty, H. (Bespr.), F. Moeller, Versuche zur elektr. Resonanz mit hochfrequenten und niederfrequenten Wechselströmen. 103.
- H. (Bespr.), R. Feldtkeller, Einführung in die Vierpoltheorie der elektr. Nachrichtentechnik. 430.
- Plümcke, A., Der unabhängige Beratende Ingenieur in seiner Bedeutung für das Wirtschaftsleben. 451.
- Pohl, E., Haltbarkeit von Dampfurbinschaulen gegen die Wasserrückwirkung durch Dampfneße. 622.
- Pohlhausen, K. (Bespr.), G. Jochmans u. F. Descans, Electricité et Magnétisme. 431.
- Polenz, F., Heimische Werkstoffe in der Installationstechnik. Vortr. *249.
- Polhemus, J. H., Neuzeitlicher Obusbetrieb in Portland. 345.
- Poret, V., Zählung der Besucher der Weltausstellung Paris 1937 mittels Photozellen. 402.
- Posthumus, K., Eine Sicherheitsschaltung für Gleichrichteranlagen mit gasgefüllten Röhren. 699.
- Prince, J., u. Whitehead, Selbstverkäufer mit besonderer Berücksichtigung der Elektrizitätszähler. 47.
- Prinz, H., Die Gesetze der Koronakennlinien bei Gleichspannung. 178. *Arch.* 114.
- Przygode, A. (Bespr.), K. Daeves, Werkstoffhandbuch Stahl und Eisen. 408.
- A. (Bespr.), P. Meyer, Deutsche Gebühreordnung für Zeugen und Sachverständige. 684.
- Puchstein, A. F., u. T. C. Lloyd, Zur Berechnung des einphasigen Induktionsmotors. 121.
- Punga, F., Beitrag zur Bestimmung der Wirk- und Blindleistung beim unsymmetrischen Dreiphasensystem. *309.
- Pungs, L. (Bespr.), H. Barkhausen, Lehrbuch der Elektronenröhren. 570.
- Putman, H. V., u. W. W. Satterlee, Feuersichere Transformatoren für industrielle Zwecke. 472.
- Quade, W., Zusammensetzung der Wirk-, Blind- und Scheinleistung bei Wechselströmen beliebiger Kurvenform und neue Leistungsdefinitionen für unsymmetrische Mehrphasenströme beliebiger Kurvenform. Brf. 570.
- Rabus, W., Über Maßnahmen zur Steigerung der mit dem Ein-Nadel-Gleichrichter erzielbaren Spannungen. 646. *Arch.* 389.
- Rachel, A., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 514.
- Raether, H., Untersuchung der Elektronenlawine mit der Nebelkammer. 322.
- Raettig, H. (Bespr.), R. Führer, Grundlagen der Fernsprechsaltungstechnik. 571.
- Rebora, G., Pole für stabile Kennlinie. 592.
- Reck, M., Elektr. Gerät zur selbsttätigen Auflösung von Gleichungen ersten und höheren Grades. 320. *Arch.* 190.
- Recknagel, A., Schwingungsanfachung durch einen Elektronenstrahl im Felde des Plattenkondensators. 598.
- Reiche, W., Untersuchungen an einem schnellschaltenden Lastschalter für Stufen-Regeltransformatoren. *7.
- Reinhardt, G., Die Wirkungsweise des Umrichters im Unterwerk Basel der Wiesentalbahn. 147.
- Réménieras, G., Schweißung mit Hochfrequenz. 472.
- Reynar, J. M., s. Wyatt, K. S.
- Reynst, M. F., s. Bruckman, H. W. L.
- Riehl, N., Ein neues Mittel der Luftschutzbeleuchtung von Kraftwerken und anderen Betriebsanlagen. Vortr. 641.
- Rier, W., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 514.
- Ring, F., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 514.
- Rißmüller, K. (Bespr.), F. Lademann u. F. Lehner, Der öffentliche Nahverkehr der Gemeinden. 80.
- K., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 514.
- Rittershausen, A., Ein neues amerikanisches Vorschaltkraftwerk. Brf. 352.
- Robertson, D., Prüfen und Aufzeichnen des Elektrokardiogramms mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen. 202.
- Rödiger, W., Die Internationale Automobil- und Motorradausstellung Berlin 1938. *318.
- Rogge, E., Zur Frage des Gesamtwirkungsgrades der Windkraft-Elektrizitätswerke. 17.
- Rogowski, W. u. H. Böcker, Ein neuer Hochspannungsmesser für relative und absolute Messung. 123. *Arch.* 44.
- W., u. A. Wallraff, Zündung und Zündspannungsänderung. 448.
- Roelig, H., Buna in der Kabeltechnik. *172.
- Rollert, K. H., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 514.
- Roman, S. W., s. Bellaschi, P. L.
- Rometsch, E., Das Werden des Kraftwerkes „Augst“. 201.
- Rose, B. A., s. Rushing, F. C.
- Rossignol, M., Ausnutzung von Baustoff und Raum bei hochbeanspruchten Bahnmotoren. 372.
- Roßmaier, V., Der Temperaturverlauf in einem Stab eines Stromverdrängungs-Käfigläufermotors in Abhängigkeit von Ort und Zeit während des Hochlaufes. 201. *Arch.* 124.
- Roth, H., Künstliche Heizung zur Verhütung von Rauhreifbildung. *93.

- Rotherth, H., Über die Nutztrennung elektr. Maschinen. 566. 643. *Arch.* 306. 372.
- Röthlein, H., Eine neuartige Oszillographenschleife. *501.
- Rouville, De, u. A. Dargenton, Neues Leuchtfeuer für die Insel Ouessant. 446.
- Rübsaat, R., Die Gewinnung von Drehfeldrichtungsabhängigen Spannungen und ihre Verwendung für die Anzeige der Phasenfolge eines Drehstromnetzes. *334.
- Rushing, F. C. u. B. A. Rose, Das Auswuchten umlaufender Maschinen am Aufstellungsort. 504.
- Rutgers, F. J., Das neue elektrotechnische Institut der Königlich Technischen Hochschule in Giza. 702.
- Rüttenauer, A., s. Kreff, H.
- Sachtleben, R., Neue Werkstoffe in der Elektrotechnik. *151. B. 488.
- Satterlee, W. W., s. Putman, H. V.
- Schack-Nielsen, H., Das Kreisdiagramm des läufergespeisten Drehstromkommutatormotors. 295. *Arch.* 187.
- Schäfer, W., Fachgruppe Steuerung, Regelung, Schutzschaltung. 579.
- Schafmeister, P., u. G. Moll, Die Verwendbarkeit polarisierten Lichtes bei der Gefügeuntersuchung von Eisen und Stahl. 402.
- Schanz, A., Verwendung von Magnesiumlegierungen für elektr. Maschinen. *611.
- Schau, A., Wirkungsweise und Bauformen elektr. beheizter Durchlauföfen. Vortr. *577. *608. Bespr. 627.
- Scheele, H., Feuerwehr- und Leuchtröhrenanlagen. 20.
- Schenkel, M., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 514.
- Scherzer, O. (Bespr.), W. G. Dow, Fundamentals of Engineering Electronics. 103.
- Schiebeler, C., Fachgruppe Industrielle Antriebe. 674.
- Schiele, O., Die Einphasenspannung des Steuerumrichters. 176. *Arch.* 102.
- Schierl, F., s. Bartels, H.
- Schiller, P. E., Stroboskop für aperiodische Vorgänge. 296.
- Schilling u. Koopman, Zusatzverluste von Gleichstrommaschinen. 566.
- Schimpf, R. (Bespr.), G. W. Stubbing, Automatic protection of a. c. circuits. 431.
- R., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 514.
- R., Fachgruppe Steuerung, Regelung, Schutzschaltung. 679.
- Schlotmann, W., Die Auswahl von Drehstrommotoren für Industrieantriebe unter besonderer Berücksichtigung des Kurzschlußläufermotors. *49.
- Schmid, W., s. Hermann, P. K.
- Schmideck, A. J., Einschaltdauer und Überlast im aussetzenden Betrieb. 371. *Arch.* 260.
- Schmidt, E., Zum Zündvorgang beim gittergesteuerten Stromrichter mit flüssiger Kathode. 202.
- R., Fachgruppe Meßtechnik. 675.
- Schmitt, J., u. E. Kilb, Die Umrichteranlage der Deutschen Reichsbahn in Basel. 175.
- Schneider, O., s. Müller, K.
- R. (Bespr.), W. Willing, Die Wirtschaftlichkeit der Stromversorgung des Haushalts. 572.
- Schoen, E., s. Steinhaus, W.
- Schröter, F., Entwicklung, Stand und Grenzen der Fernsehübertragung. 70.
- F., Das Fernsehen, seine Geschichte, Entwicklung und Aussichten. 590.
- Schuisky, W., Drehzahlregelung des Induktionsmotors durch Änderung der Netzfrequenz. *145.
- Schultheß, H., Die Drehstromgeneratoren für das Etzelwerk. 593.
- Schulz, E., u. G. Paschke, Ergebnisse aus der Prüfung von Niederspannungsanlagen. *585.
- Schulze, A., Elektr. u. thermische Untersuchungen an Manganin. 401.
- A., Über den Widerstandswerkstoff Isabellin. 701.
- E., Geräuschstörungen bei der Übertragung von Sprache auf Leitungen. Brf. 405.
- Schwabe, G., Eine einfache Konstruktion der Stromkurve von hochgesättigten Drehstrommotoren. *287.
- Schwaiger, M., Großtransformatoren mit Stufenregeleinrichtung. *281.
- Schwenkhagen, H. (Bespr.), R. Viereg, Elektrotechnische Isolierstoffe. 102.
- H., Betriebserfahrungen mit Kondensatoren in Starkstromanlagen. *599.
- Scoles, G. J., s. Edwards, F. S.
- Seiberth, H., s. Eppen, F.
- Sellerio, A., Eine thermoelektr. Sonde zur Messung der Geschwindigkeiten von Gasen und Flüssigkeiten. 594.
- Sequenz, H., Der Entwurf von zweischichtigen Wechselstromwicklungen. 399.
- Sesini, E., Entwicklung und gegenwärtiger Stand der Starkstromkablechnik. 602.
- Shepherd, W. C. F., s. Payman, W.
- Siemens, A. u. A. Bauer, Klein-Eisenstromrichter für mittlere Leistungen. 97.
- Sihler, I., Neuzeitliche Freiluftanlagen für Betriebsspannungen bis 100 kV. *213.
- I., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 514.
- Silberbach, P., Elektrowärme-Sondermassen. *696.
- Silvers s. Fletscher.
- Smart, D. L., s. Wyatt, K. S.
- Smee, J. F., s. Edwards, F. S.
- Snoddy, L. B., J. R. Dietrich u. J. W. Beams, Ausbreitung von Spannungswellen in Entladungsröhren. 428.
- Spies, H. (Bespr.), O. Goebel, Das Wirtschaftsganze im Blickfeld des Ingenieurs. 408.
- H., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 514.
- Spreadbury, F. G., Verfahren zum Vermindern des Funkens an Spannungsreglerkontakten. 378.
- Stäblein, W., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 514.
- Stark, J., Struktur des Wasserstoff- und Heliumatoms. 506.
- Staveren, Ir. J. C. van, Wärmebeständiger Fassungsdraht und die daran zu stellenden Anforderungen. 446.
- Steinhaus, W., A. Kußmann u. E. Schoen, Sättigungsmagnetisierung und Annäherungsgesetz des Eisens. 100.
- Steinmaurer, R. (Bespr.), E. Miehlnickel, Höhenstrahlung. 572.
- Steubing, W., Starker Elektromagnet mit geringem Energieverbrauch. 474.
- Stock, H., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 514.
- Strecker, F., Nichtlineares Nebensprechen bei der gemeinsamen Übertragung mehrerer modulierter Trägerwellen. 567.
- Strigel, R., Über die Aufbauzeit innerhalb des Entladeverzugs. *1.
- R., Über die Statistik des Entladeverzugs in Luft von Atmosphärendruck. *33. *60.
- Stritz, P. F., s. Taylor, M.
- Strömberg, T., Die Generatoren im Vargön-Kraftwerk Schweden. 17.
- Süherkrüb, M., Schaltversuche mit Masthörnerschaltern. 95.
- Sumner, J. A., Einflüsse auf die Ausbreitung des Haushaltstrom-Verbrauchs. 507.
- Szpor, St., Symmetrische und unsymmetrische axiale Kurzschlußkräfte in Stromwandlern mit zylindrischen Spulen. 296. *Arch.* 181.
- Taeger, W., Stromkreise mit eisenhaltiger Induktivität. 374. *Arch.* 233.
- Taylor, A. H., s. Luckiesh, M.
- M., u. P. F. Stritz, Betriebserfahrungen mit Erdschlußspulen in England. 288.
- Teago, F. J., Verkehrsverbesserung durch elektr. Triebwagenzüge. 621.
- Thielen, H., Ein Entladungsrohr für hohe Leistungen und niedrige Erregerspannungen beim Kaltkathodenoszillographen. 100. *Arch.* 38.
- Thierbach, B., Zur Statistik der deutschen Elektrizitätswirtschaft. *179.
- B., Die deutsche Elektrizitätswirtschaft in den letzten sechs Jahren (1932 bis 1937). *354.
- B., Zur Statistik der deutschen Elektrizitätswirtschaft. 449.
- Thilo u. Biddlingmaier, Neuzeitliche Strom- und Spannungsmesser für Messungen bis zu 1 MHz in der Nachrichtentechnik. 378.
- Tillmann, Th., s. Wolf, P.
- Timerding, H. (Bespr.), G. Hamel, Integralgleichungen. 381.
- Timmis, A. C., Das Kriechen von Röhrenkabeln. 695.
- Titze, H., Übersicht über den heutigen Stand des Erdschlußschutzes. Brf. 380.
- Todt, F., Aufruf an die Männer der deutschen Technik. *353.
- Traenkle, C. A., Elektromagnet mit konstanter Zugkraft bei großem Hub. 371.
- Trendelenburg, F., Neuere Fragen der Klangforschung. *475.
- Trettin, C., Metadyne. 396.
- Tröger, R., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 514.
- Truschka, R., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. *514. B. 604.
- Tüxen, E., Die verschiedenen Schaltungen der allgemeinen Drehstrommaschine. 592. *Arch.* 329.
- Ullrich, E. H., Nachrichtenverkehr mit ultrakurzen Wellen. 596.
- Unger, F., Entwurf der Dämpferwicklung bei Wechselstrom-Hubmagneten. 697.

- Ver Planck, D. W., Eine neue Wechselbeziehung bei Kugelfunkenstrecken. 447.
- Viehmann, H., Die elektr. Bordanlage von Flugzeugen. *361.
- Vieweg, R., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 514.
- R. (Bespr.), H. Freytag, Raumexplosionen durch statische Elektrizität. 708.
- Vinet, E., Verbesserung der Belastungsverhältnisse durch zeitliche Begrenzung der Heißwasserspeicher-Einschaltung. 296.
- Vinson s. Garreau.
- Vito, G. di, Blindwiderstände des Längs- und Querfeldes und Stabilitätskurven der Synchronmaschine. 699.
- Vogel, W., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 514.
- Vries, de, s. Lindern v.
- Wagner, C. F., Unsymmetrischer Kurzschluß an Wasserkraftgeneratoren bei kapazitiver Belastung. 121.
- H. (Bespr.), Normalisations, Specifications et Règles Techniques. 103.
- Wahl, A., Frequenzmessung durch Summierung der bei der Ladung eines Kondensators über Elektronenröhren auftretenden Ladestromstöße. 399.
- Waimann, K., Ein aufschlußreicher Schleuderversuch an einem Synchronmotoren-Läufer. *37.
- Wallraff, A., s. Rogowski, W.
- Walter, M., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 514.
- Walton, I. M., Fehlerortsbestimmung in gasgefüllten Kabeln. 620.
- Watanabe, Y., Y. Nakamura u. H. Kasahara, Ein Stromrichtgefäß mit Quecksilber-Anoden. 504.
- Webb, J. K., Kondensatorkegel für die Kabelprüfung. 122.
- Weber, W., Ein Polaritätsanzeiger für Wechselspannungsüberschläge. 700.
- Weicker, W., s. Jacottet, P.
- Weingärtner, W., Verbundbetrieb zwischen Elektrizitätswerk und Gaswerk. 451.
- Wemheuer, K., s. Heimann, W.
- Werthmüller, A., s. Gerber, W.
- Whiffin, A. C., Temperaturkoeffizient permanenter Magnete. 597.
- White, C. G., Überwachung von Unterstationen für Bahnbetrieb. 591.
- Whitehead s. Prince, J.
- J. B. u. T. B. Jones, Über die Ölzersetzung in imprägniertem Papier. 645.
- Wicht, H. H., Beiträge zur Dreivoltmetermethode. *561.
- Widl, E., Wechselstromverfahren zur Bestimmung des Fehlerortes an Starkstromkabeln. 96. *Arch.* 28.
- Wiehr, B., Klimaanlage mit elektr. Regelung. *218.
- Wießner, P., Die Vorteile von Elektroden aus Kupfer-Beryllium-Legierungen für elektr. Punkt-, Naht- und Stumpfschweißmaschinen. 400.
- Wild, W., Geräuschstörungen bei der Übertragung von Sprache auf Leitungen. Votr. *385. Brf. 405.
- Windred, G., Verbundmetall für elektr. Kontakte. 343.
- Winkler, G. H., Rückblick auf die Leipziger Frühjahrsmesse im Hause der Elektrotechnik. *409.
- G. H., Die Elektrotechnik auf der Leipziger Frühjahrsmesse außerhalb des HdE. *416.
- Wögerbauer, H., Zur Berechnung des synchronen Impulsfeldmotors. 445.
- Wolf, P., u. Th. Tillmann, Verfahren zur Prüfung größerer Stückzahlen von Endröhren mit selbstabgleichender Klirrfaktorbestimmung. 319.
- Woodhead, D. W., s. Payman, W.
- Wrana, J., Vorgänge in Sicherungen bei elektr. Stoßbeanspruchung. *11.
- Wright, E. P. G., Wähllämter in Landbezirken Großbritanniens. 645.
- Wuckel, G., Physik der Fernsprechkabel bei höheren Frequenzen. 297.
- Wyatt, K. S., D. L. Smart u. J. M. Reynar, Aufdeckung von Hohlräumen in Kabeln. 565.
- Zdralek, O. (Bespr.), K. Meller, Taschenbuch für die Lichtbogen-schweißung. 103.
- Zetzmann, H. J. (Bespr.), Gesammelte Vorträge der Hauptversammlung 1937 der Lilienthal-Gesellschaft für Luftfahrtforschung. 604.
- H. J. (Bespr.), P. Freih. v. Handel u. K. Krüger, Funknavigation in der Luftfahrt. 684.
- Ziegler, H., Porzellankabel. 72. B. 136.
- H., Stromkreise mit zeitlich veränderlicher Kapazität. 646. *Arch.* 405.
- Zijlstra, P., Richtfunkbakensender für Flugplätze. 427.
- Zimmermann, W., Hochspannungskabelfehlerstatistik 1936. 503.
- Zinke, O., Spannungsmessungen in der Hochfrequenztechnik. Votr. *573.
- Zorn, M. (Bespr.), G. u. F. Haberland, Elektrotechn. Lehrbücher. 570.
- Zworykin, V. K., G. A. Morton und L. E. Flory, Theorie und Arbeitsweise des Ikonoskops. 644.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

59. Jahrgang

Berlin, 6. Januar 1938

Heft 1

Über die Aufbauzeit innerhalb des Entladeverzugs.

Von R. Strigel VDE, Berlin.

537. 564

Übersicht. Die Arbeit gibt einen zusammenfassenden Bericht über die bisherigen Forschungen über die Aufbauzeit innerhalb des Entladeverzugs. Ausgehend von Meßergebnissen im gleichförmigen und ungleichförmigen Feld wird der physikalische Vorgang des Entladungsaufbaues beschrieben und schließlich auch zur Blitzentladung in Beziehung gebracht.

Der statische Durchschlag einer Entladungsstrecke ist dadurch gegeben, daß beim Erreichen eines bestimmten Spannungswertes die Entladungsstrecke durchschlägt; dabei wird keine Aussage gemacht über die Zeitspanne, die zwischen dem Anlegen der Spannung an die Elektroden und dem Spannungszusammenbruch verstreicht; der Spannungszusammenbruch kann auch nach beliebig langer Zeit erfolgen. Anders jedoch beim Stoß-

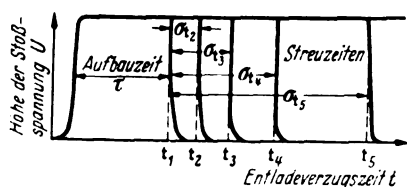


Abb. 1. Die Streuung des Entladeverzugs.

durchschlag, also bei der Art des Durchschlags, bei der an die Elektroden eine Spannung angelegt wird, die größer als die statische Durchschlagsspannung ist. Hierbei kommt als wesentliches Kennzeichen der Zeitbegriff hinzu. Es wird jedem Spannungsstoß ein Zeitwert zugeordnet, die sogenannte Entladeverzugszeit, die darüber eine Aussage macht, wie lange die Stoßspannung an die Elektroden gelegt war, bis schließlich der Spannungszusammenbruch erfolgt ist.

Legt man an eine Entladungsstrecke einen rechteckigen Spannungsstoß gegebener Höhe, mißt den Entladeverzug und wiederholt diesen Versuch des öfteren, so findet man, wie Abb. 1 zeigt, für jeden einzelnen Versuch eine andere Entladeverzugszeit; aber immer wird sich ein Entladeverzugszeitwert finden lassen, der auch bei Vornahme noch so vieler Versuche nicht mehr unterschritten wird; dieser Wert ist dann als der kürzestmögliche Entladeverzug anzusehen, der sich beim günstigsten Ablauf aller Entladungsbedingungen einstellt. Man bezeichnet ihn als die **Aufbauzeit** τ der Entladung innerhalb des Entladeverzugs. Die restliche Zeit σ , die ein Versuch über diese Aufbauzeit hinaus dauert, wird als **Streuzeit** des Entladeverzugs bezeichnet; sie enthält alle Zufälligkeiten des jeweiligen einzelnen Versuchs; ihr Mittelwert sei σ . Dann ist der gesamte Entladeverzug τ_0 einer Elektrodenanordnung im Mittel gegeben durch

$$\tau_0 = \tau + \sigma.$$

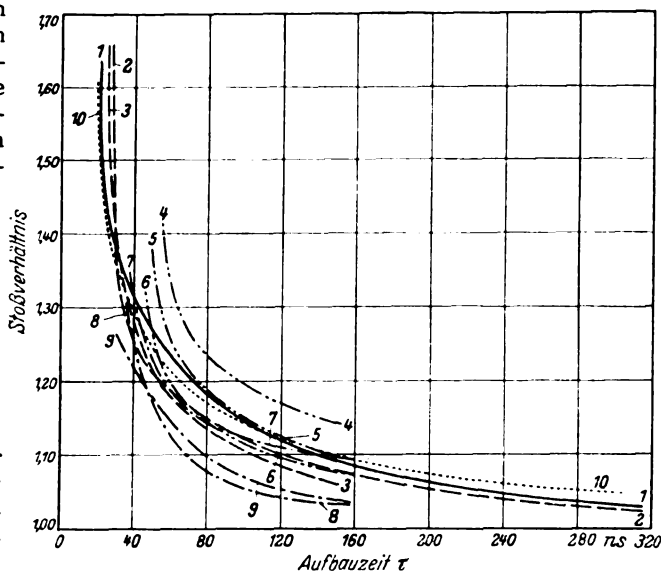
(1)

Zweck dieser Arbeit ist, die Gesetzmäßigkeiten der Aufbauzeit aufzuzeigen, soweit sie bisher erforscht sind¹⁾.

I. Die Aufbauzeit im gleichförmigen Feld.

a) Meßergebnisse.

Abb. 2 gibt eine Zusammenstellung der bisher im Schrifttum vorliegenden Messungen über die Aufbauzeit



- 1 M. Meßner: Abstand 20 mm; Plattenelektroden 100 mm Dmr. nicht bestrahlt
- - - 2 R. Strigel: Abstand 30 mm; Kugelfunkenstrecke 100 mm Dmr. nicht bestrahlt
- - - 3 R. Strigel: Abstand 30 mm; Plattenfunkenstrecke 150 und 50 mm Dmr. bestrahlt und nicht bestrahlt
- - - 4 H. J. White: Abstand 1 mm } Kugelfunkenstrecke
- - - 5 H. J. White: Abstand 3 mm } 10 mm Dmr.
- - - 6 H. J. White: Abstand 5 mm } nicht bestrahlt
- - - 7 H. J. White: Abstand 1 mm } Kugelfunkenstrecke
- - - 8 H. J. White: Abstand 3 mm } 10 mm Dmr.
- - - 9 H. J. White: Abstand 5 mm } bestrahlt
- - - 10 W. Förster: Abstand 10...50 mm, Kugelfunkenstrecke 50 mm Dmr. bestrahlt

Abb. 2. Zusammenstellung der Messungen über die Abhängigkeit der Aufbauzeit τ von der Höhe der Stoßspannung.

im gleichförmigen Feld²⁾. Die eine Gruppe der Messungen, die an einer Kugelfunkenstrecke von 1 cm Dmr. und

¹⁾ Die Behandlung der statistischen Streuzeit erfolgt in einer weiteren Arbeit, die demnächst in der ETZ erscheint.

²⁾ H. J. White, Phys. Rev. 49 (1938) S. 507; M. Meßner, Arch. Elektrotechn. 30 (1936) S. 133; W. Förster, Diss. Dresden (1934); R. Strigel, Wiss. Veröff. Siemens-Werk. 15 (1936) H. 3, S. 1.

Anmeldung von Fachberichten zur VDE-Tagung 1938 siehe S. 28.

bei Schlagweiten zwischen 0,1 und 0,5 cm aufgenommen sind, zeigt eine deutliche Abhängigkeit der Aufbauzeit von der Bestrahlung. Diese ist aber bei den größeren Schlagweiten nicht mehr vorhanden. Außerdem nimmt die Aufbauzeit etwa bis zu Schlagweiten von 0,5 cm ab, um dann unverändert zu bleiben bis zu Schlagweiten von 6 cm. Die Elektrodenform, ob Plattenfunkenstrecke oder Kugelfunkenstrecke, ist gegenüber der Schlagweite, wenn Kugeln mit nicht zu kleinem Durchmesser verwendet werden, ohne wesentlichen Einfluß. Schon bei dem verhältnismäßig geringen Stoßverhältnis von 1,1 (angelegte Stoßspannung/statistische Durchbruchspannung) sinkt die Aufbauzeit unter 0,1 μ s und erreicht bei Stoßverhältnissen von etwa 1,4 Werte, die zwischen 20 und 30 ns liegen. Die Übereinstimmung der in Abb. 2 wiedergegebenen Meßkurven muß als sehr gut bezeichnet werden, zumal wenn man bedenkt, daß sie mit gänzlich verschiedenen Meßverfahren, wie visueller Beobachtung an einem elektrooptischen Momentverschluß³⁾, Kathodenstrahloszillographen bzw. selbsttätiger Aufzeichnung im Zeittransformator⁴⁾, gewonnen wurden.

b) Entladungsaufbau.

Das aus der Elektrode austretende Anfangselektron bildet eine sogenannte Elektronenlawine⁵⁾, d. h. das Elektron wird auf einer gewissen Wegstrecke λ so weit beschleunigt, daß es fähig ist, bei einem Stoß mit einem

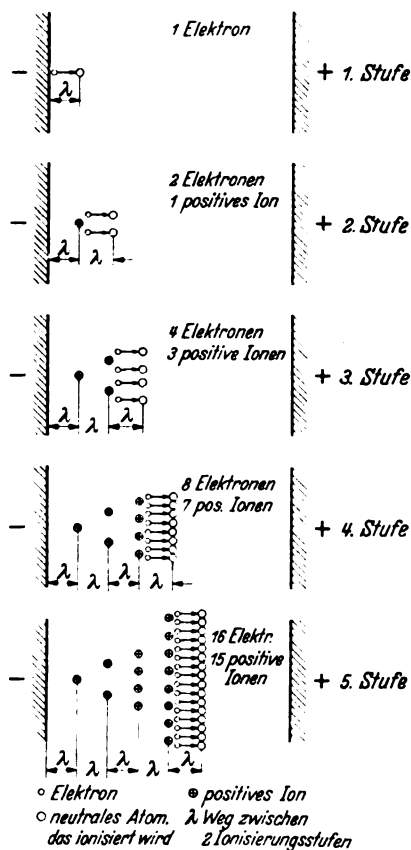


Abb. 3. Lawinenbildung nach Townsend.

neutralen Atom aus dessen Atomverband ein Elektron herauszuschlagen. Dieses Atom erscheint dann positiv geladen, ist also als positives Ion anzusehen. Das ursprüngliche Elektron und das neu gebildete laufen im elektrischen Feld weiter und können im Mittel nach Durchlaufen derselben Entfernung ebenfalls wieder ein neutrales Atom ionisieren. Es sind dadurch zwei weitere positive Ionen gebildet, und es stehen für die weiteren Ionisierungsprozesse vier Elektronen zur Verfügung. Die Verhältnisse

sind in Abb. 3 schematisch angegeben. Nach Durchlaufen der ganzen Entladungsstrecke sind dann n Elektronen gebildet und $(n-1)$ positive Ionen. Die Wanderungsgeschwindigkeit v_i der positiven Ionen im Elektrodenfeld $\mathcal{E}$ beträgt annähernd 10^5 V/cm bei einer mittleren Beweglichkeit von $1 \frac{\text{cm}^2}{\text{V} \cdot \text{s}}$; d. h. aber, daß diese Ionen in der Aufbauzeit von 0,1 bis 0,01 μ s nur 0,01 bis 0,001 cm zurücklegen, also während der Aufbauzeit der Entladung praktisch stillstehen. Es liegt demnach eine wesentliche Wirkung dieser positiven Ionen auf den Durchschlag nur darin, daß sie durch ihr Vorhandensein Feldverzerrungen hervorrufen⁶⁾ und somit die Ionisierungsbedingungen der nachfolgenden Ionen ändern⁷⁾.

Einfluß der Raumladung auf die Elektronenionisierung⁸⁾.

Die vom Durchgang einer Elektronenlawine herührende Raumladung ändert das ursprüngliche Feld $\mathcal{E}_0$ in jedem Punkte längs der Lawinenbahn um einen Betrag $\Delta \mathcal{E}_x$. Eine solche Feldänderung kann sich so auswirken, daß das Anfangselektron einer nachfolgenden Lawine günstigere Ionisierungsbedingungen vorfindet und dadurch mehr positive Ionen bildet, als dies beim Ablauf der ursprünglichen Lawine geschehen ist. Das Anfangselektron einer dritten Lawine findet dann noch bessere

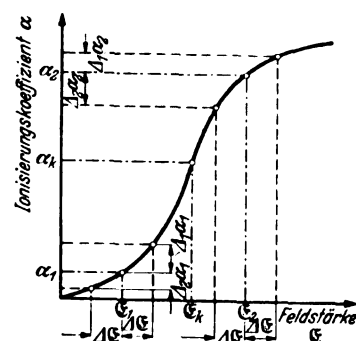


Abb. 4. Einfluß von Feldstärkenänderung auf die Ionisierung durch Elektronen.

Ionisierungsbedingungen vor als das zweite. So würde die Trägerionisierung von Lawine zu Lawine zunehmen und ebenso auch der in der Elektronenlawine übergehende Strom von Lawine zu Lawine anwachsen. Wird aber das durch die vorhandene Raumladung geschaffene Feldbild nach Ablauf der ersten Lawine für die weitere Ionisierung ungünstiger, so erzeugen die nachfolgenden Lawinen immer

weniger Ladungsträger, der Strom in der Entladungsbahn nimmt ständig ab, die Entladung kann schließlich zum Erlöschen kommen.

Zur Beurteilung, ob die durch die Raumladung hervorgerufenen Feldänderungen sich günstig oder aber nachteilig für die weitere Ionisierung der Elektronen auswirken, muß man feststellen, ob die Gesamtzahl aller ionisierenden Zusammenstöße eines kathodischen Anfangselektrons bei gleichbleibender Elektrodenspannung mit zunehmender Raumladung zu- oder abnimmt. Ein Maß für diese Zahl bildet der Ionisationskoeffizient α , d. h. also die Zahl der Zusammenstöße, die ein Elektron im Mittel während des Durchlaufens der Längeneinheit in Richtung der Feldlinien ausführt. In Abb. 4 ist der grundsätzliche Verlauf dieses Ionisationskoeffizienten α abhängig von der Feldstärke $\mathcal{E}$ dargestellt. Nun sei z. B. $\mathcal{E}_1$ die Feldstärke des unverzerrten Feldes, die dann durch die Raumladung an irgendeiner Stelle des Feldes um den Betrag $\Delta \mathcal{E}$ erhöht werden soll. Damit steigt an dieser Stelle auch der Ionisationskoeffizient α , der ihr bei unverzerrtem Feld zukommt, um den Wert $\Delta_1 \alpha_1$ an. Da aber voraussetzungsgemäß die Spannung an den Elektroden festgehalten sein soll, so hat diese Erhöhung der Feldstärke um den Wert $\Delta \mathcal{E}$ an einer Stelle des Feldes notwendig eine Erniedrigung um denselben Betrag an einer anderen Stelle zur Folge: an dieser Stelle sinkt der

³⁾ H. J. White, wie Fußnote 2.

⁴⁾ M. Steenbeck u. R. Strigel, Arch. Elektrotechn. 26 (1932) S. 831; R. Strigel, Z. Instrumentenkde. 57 (1937) S. 65.

⁵⁾ J. J. Townsend, Hdbch. Radiologie Bd. 1, S. 283; Leipzig: Akad. Verlagsges. 1920.

⁶⁾ J. Stepien, Electr. Wld., N. Y. 91 (1928) S. 761; L. B. Loeb, Science 58 (1929) S. 509; A. v. Hippel u. J. Frank, Z. Phys. 57 (1929) S. 696.

⁷⁾ W. Rogowski, Arch. Elektrotechn. 24 (1930) S. 679.

⁸⁾ W. Rogowski, Z. Phys. 100 (1936) S. 1; A. v. Engel u. M. Steenbeck, Elektrische Gasentladungen, Berlin: J. Springer 1934.

Ionisierungskoeffizient um den Wert $\Delta_2 a_1$. Da infolge der Linkskrümmung der Ionisierungskurve $\Delta_1 a_1 > \Delta_2 a_1$ ist, so wird durch die angenommene Feldstärkenänderung die Anzahl der Ionisierungsakte im Entladungsraum beim Durchgang einer Nachfolgelawine ansteigen. In ähnlicher Weise läßt sich leicht nachweisen, daß im oberen rechts gekrümmten Teil der Ionisierungskurve eine Feldänderung die Ionisierungsvorgänge nachteilig beeinflusst. Dem Wendepunkt der Kurve, der durch das Wertepaar $\mathcal{E}_k$ und a_k ausgezeichnet ist, kommt dabei die Bedeutung eines kritischen Wertes zu: bei Feldstärkenänderungen, die unterhalb $\mathcal{E}_k$ liegen, tritt Verstärkung, bei Feldstärkenänderungen, die oberhalb $\mathcal{E}_k$ liegen, dagegen Abschwächung der nachfolgenden Ionisierungswirkung ein. Der Wert $\mathcal{E}_k$ beträgt für Luft von Atmosphärendruck 138 kV/cm.

c) Kanalbildung und Umschlag in eine selbständige Entladung.

Das Anfangselektron der ersten Lawine überstreicht mit seiner Lawinenbahn einen keilförmigen Raumbereich, der etwa einen Öffnungswinkel von 1:50 bis 1:10 aufweist⁹⁾. Nach Ablauf einer Reihe von Ionisierungsstufen wird, wie Abb. 5 grundsätzlich zeigt¹⁰⁾, in den der Kathode näher liegenden Teilen die Kanalbahn vorwiegend von positiven Ionen erfüllt sein, während bei zunehmender Annäherung an die Lawinenspitze immer mehr die freien Elektronen überwiegen werden; ja die Spitze selbst wird ausschließlich durch eine dichte Elektronenwolke gebildet. In dieser Elektronenwolke wirken nun starke abstoßende Kräfte in Richtung des Feldes auf die Elektronen, die am weitesten gegen die Anode verschoben sind. So ruft z. B. eine Elektronenwolke an der Kanalspitze von 10^8 Elektronen, die etwa nach 30 Ionisierungsspielen erreicht ist, auf ihre vordersten Elektronen eine abstoßende Wirkung hervor, die einer Feldstärke von 10^6 V/cm gleichkommt.

Aus dieser abstoßenden Wirkung folgt aber weiter eine über die Entladungsbahn veränderliche Lawinengeschwindigkeit. Die Geschwindigkeit freier Elektronen ist durch die Beziehung¹¹⁾ bestimmt

$$v = \sqrt{\mathcal{E} \frac{e}{m} \lambda \sqrt{\frac{k}{2}}}, \quad (2)$$

wenn $\mathcal{E}$ die Feldstärke zwischen den Elektroden in elektrostatischen Einheiten, e/m das Verhältnis aus der Ladung und der Masse ebenfalls in elektrostatischen Einheiten ausgedrückt und λ die mittlere freie Weglänge in cm bei den der Untersuchung zugrunde liegenden Druckverhältnissen bedeuten. k ist eine Konstante, die berücksichtigt, daß die Elektronen beim Stoß ihre kinetische Energie nicht völlig verlieren. Sie ist für Luft nicht bekannt, beträgt aber für Stickstoff 0,35. Ein Anfangselektron, das aus der Kathode bei einem Stoßverhältnis von 1,6 austritt, wird etwa in einem Felde von 45 kV/cm loslaufen. Das Elektron wird eine Anfangsgeschwindigkeit von $5 \cdot 10^7$ cm s⁻¹ annehmen. Diese Geschwindigkeit

wird zunächst verhältnismäßig rasch ansteigen bis auf ein Vielfaches und sich allmählich einer Art Sättigungszustand nähern, wie dies ebenfalls in Abb. 5 angedeutet ist; so wird z. B., wenn die Elektronenwolke an der Kanalspitze auf 10^8 Elektronen angewachsen ist, auf das vorderste Elektron eine abstoßende Wirkung von 10^6 V/cm ausgeübt. Damit wäre aber die Laufgeschwindigkeit der vordersten Elektronen schon auf $2 \cdot 10^8$ cm/s angewachsen. Solche veränderlichen Elektronengeschwindigkeiten erklären zwanglos die außerordentlich kurzen Ausbildungszeiten der Kanäle von 10 bis 20 ns, wie sie auch experimentell auf Grund von Nebelkammeraufnahmen gefunden wurden¹²⁾.

Der weitaus größte Teil der Aufbauzeit wird ausgefüllt durch den Umschlag der unselbständigen in die selbständige Entladung. Dieser findet bei größeren Schlagweiten günstigere Bedingungen vor und erklärt so die anfängliche Abnahme der Aufbauzeit mit der Schlagweite. Denn bei größeren Schlagweiten wird nur der untere Teil des Kanals bis dahin, wo sich ein genügend starker Elektronenkopf gebildet hat, eine rein positive Raumladung enthalten. Der übrige Teil dagegen wird neben den positiven Ionen, die von den Ionisierungsprozessen stammen, in zunehmendem Maße auch Elektronen enthalten. Man spricht dann von einem Entladungsplasma¹³⁾. Denn lediglich die vordersten Elektronen der in der Kanalspitze erforderlichen Elektronenwolke werden in der beschriebenen Weise vorwärtsgetrieben, während die etwas weiter zurückliegenden durch die vordersten abgebremst werden, sich also langsamer vorwärtsbewegen müssen und schließlich auch immer in zunehmendem Maße durch die positiven Ionen, die von den vorausseilenden Spitzenelektronen auf ihrem Wege zur Anode durch Stoß erzeugt werden, in ihrer schon an sich langsameren Vorwärtsbewegung weiter abgebremst werden. So wird, wenn der Lawinenkopf die Anode erreicht hat, ein plasmaartiger Schlauch in den Entladungsraum von der Anode gegen die Kathode vor hineinragen. Ein solcher Plasmaschlauch hat in der Längeneinheit einen sehr geringen Spannungsabfall: es wird also eine ganz erhebliche Aufsteilung des Feldes über den Lawinenteil einsetzen, der lediglich aus positiver Raumladung besteht. Die Länge des Lawinstückes wird weitgehend unabhängig von der Schlagweite, da jedes Anfangselektron, das aus der Kathode austritt, zunächst die gleichen Ionisierungsbedingungen vorfindet. Bei kleineren Schlagweiten ist jedoch noch der ganze Kanalablauf lawinenartig und erst bei größeren Schlagweiten können sich die beschriebenen Plasmaschläuche ausbilden. Die positive Raumladung des Lawinenteils wird bei kleineren Schlagweiten die Ionisierung begünstigen, da in diesem Bereich bei den über den Lawinenteil abfallenden Feldstärken die Krümmung der Ionisierungskurve noch positiv ist. Anders liegen jedoch die Verhältnisse, wenn sich die Plasmaschläuche in beträchtlicher Länge im Entladungsbereich ausgebildet haben. Hierbei steigen die Feldstärkenwerte im restlichen Lawinenteil des Kanals über 138 kV/cm an; die weitere Ionisierung wird durch die vorhandene Raumladung nicht mehr begünstigt.

Solange Ionisierungsverhältnisse im Kanalstück herrschen, die in der positiven Krümmung der Ionisierungskurve liegen, genügt eine geringe Anzahl von Folgelawinen, um die Entladung im Lawinenkanal instabil zu machen. Verschieben sich jedoch, wie dies bei größeren Schlagweiten der Fall ist, die Ionisierungsmöglichkeiten auf den Ast mit negativer Krümmung, so ist eine viel größere Anzahl von Folgelawinen nötig, um die Instabilität im Lawinstück zu erreichen. Während aber bei kleineren Schlagweiten die Folgelawinen noch lichtelektrisch ausgelöst werden, wird die notwendige, viel größere Anzahl von Folgelawinen bei größeren Schlagweiten durch die über dem Lawinstück liegende Feldstärke aus der Kathode herausgerissen; gegenüber diesen Feldelek-

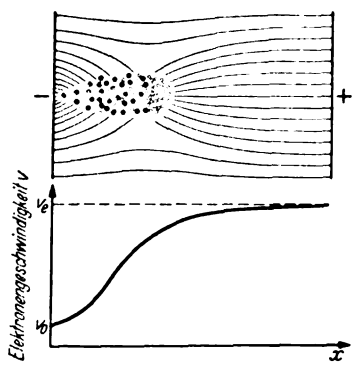


Abb. 5. Lawinenaufbau und Elektronengeschwindigkeit.

⁹⁾ M. Toepler, Ann. Phys., Lpz. 53 (1927) S. 232; J. Stepien, Electr. Wild. N. Y., 91 (1928) S. 768; K. Bull, Arch. Elektrotechn. 26 (1932) S. 261.

¹⁰⁾ R. Strigel, Wiss. Veröff. Siemens-Werk, 15 (1936) H. 1, S. 1; W. Rogowski, Arch. Elektrotechn. 25 (1931) S. 587; J. Sämer, Z. Phys. 81 (1933) S. 440; W. O. Schumann, Elektrotechn. u. Masch.-Bau 24 (1933) S. 333; R. Holm, Z. Phys. 102 (1936) S. 38.

¹¹⁾ G. Hertz, Verh. dtsch. phys. Ges. 10 (1917) S. 268.

¹²⁾ E. Flegler u. H. Raether, Z. Phys. 99 (1936) S. 635.

¹³⁾ Über die Eigenschaften des Entladungsplasmas siehe A. v. Engel u. M. Steenbeck, wie Fußnote 8, Bd. 2, S. 17.

tronen treten selbst bei starker Quarzlampenbestrahlung¹⁴⁾ die erheblich in der Minderzahl befindlichen lichtelektrisch ausgelösten Elektronen zurück.

II. Die Aufbauzeit im ungleichförmigen Feld.

Meßergebnisse. In Abb. 6 a sind Messungen¹⁵⁾ über die Aufbauzeit im ungleichförmigen Feld abhängig vom Stoßverhältnis bei einer Schlagweite von 3 cm wieder-

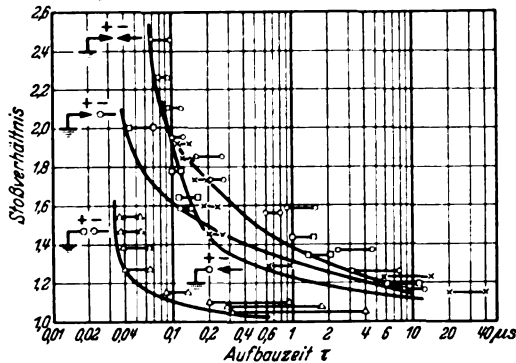
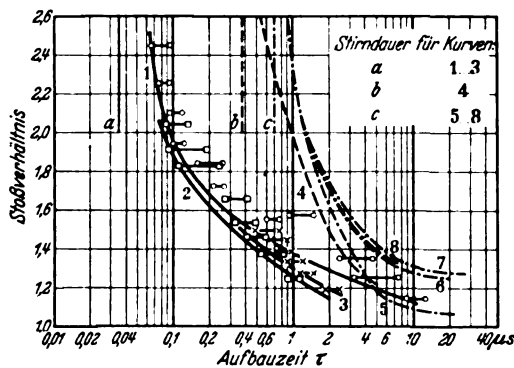


Abb. 6 a. Die Abhängigkeit der Aufbauzeit von der Höhe des Stoßverhältnisses bei einer Schlagweite von 3 cm.



Kurve	Beobachter	Stirndauer der Versuchswelle μs	Schlagweite der Spitzen- funkenstrecke cm	statische Durchschlags- spannung kV
1	Strigel	0,035	3	33
2			6	43,5
3			12	72
4	Matthias	≈ 0,38	12,6	80
5			25,4	170
6	Torok	≈ 0,7	50,8	290
7			102,5	530
8			152,0	790

Abb. 6 b. Einfluß der Schlagweite und Stirndauer auf die Aufbauzeit.

gegeben für die Grundanordnungen: Anodenspitze – Kathodenspitze, Anodenkugel – Kathodenspitze und Anodenspitze – Kathodenkugel. Zum Vergleich sind auch Messungen für das Kugelfeld eingetragen. Der Durchmesser der Kugeln betrug 10 cm.

Die Abhängigkeit der Aufbauzeit von der räumlichen Ausbildung der Elektroden ist sehr ausgeprägt. Zunächst haben alle drei Grundanordnungen des ungleichförmigen Feldes erheblich höhere Aufbauzeiten als im gleichförmigen Feld. Ferner lassen sich aus den Meßkurven noch folgende Gesetzmäßigkeiten ableiten:

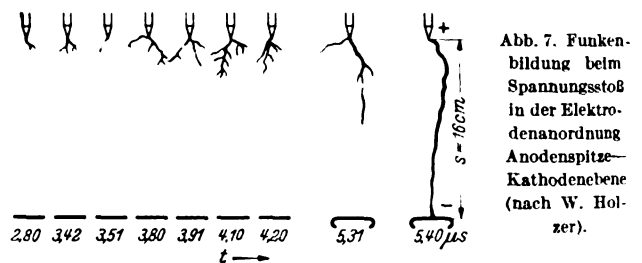
1. Hinsichtlich der räumlichen Gestalt der Kathode gilt: Die Kennlinien von Anordnungen, die die gleiche räumliche Ausbildung der Kathode haben, laufen bei höheren Werten des Stoßverhältnisses zusammen. So streben die Anordnungen mit Kugelfeld an der Kathode demselben Endwert der Aufbauzeit zu; ebenso die beiden anderen Anordnungen mit einer Kathodenspitze. Diese Endwerte der Aufbauzeit liegen jedoch bei kathodischen Spitzen-

feldern mehr als doppelt so hoch als bei kathodischem Kugelfeld.

2. Hinsichtlich der räumlichen Gestalt der Anode gilt: Diejenigen Elektrodenanordnungen weisen eine längere Aufbauzeit auf, bei denen bei gleicher Kathodenanordnung die Anode durch eine Spitze gebildet wird.

Abb. 6 a gibt außerdem noch die Abhängigkeit der Aufbauzeit von der Schlagweite für die Elektrodenanordnung Spitze-Spitze bei verschiedenen Stirndauern der Versuchswelle wieder¹⁶⁾. Die Kennlinien 1 bis 3, die bei einer Stirnteilheit von 35 ns und bei den Schlagweiten von 3,6 und 12 cm aufgenommen sind, zeigen einen Gang der Aufbauzeit mit der Schlagweite, und zwar scheint die Aufbauzeit zunächst mit der Schlagweite ab- und dann wieder zuzunehmen. Der niedrigste Wert der Aufbauzeit wird etwa bei einer Schlagweite von 6 cm erreicht. Außerdem läßt diese Abbildung deutlich den Einfluß der Stirnteilheit erkennen. Die Aufbauzeit nähert sich bei höheren Werten der Stoßspannung immer mehr der Stirndauer der Stoßwelle, bei niederen Werten des Stoßverhältnisses dagegen verschwindet der Einfluß der Stirndauer immer mehr. Aus den Versuchen bei einer Stirndauer von 0,7 μs kann man folgern, daß die Aufbauzeit mit der Schlagweite etwa bis zu einer solchen von 50 cm ansteigt, dann aber fast unverändert bis zu den höchsten gemessenen Schlagweiten von 150 cm bleibt.

Kanalbildung. Auch im ungleichförmigen Feld muß man die für das gleichförmige Feld gemachten Annahmen über die Kanalbildung zu Hilfe nehmen. Es ergibt sich dann das folgende Bild für den Durchschlagsvorgang¹⁷⁾.



1. Fall: Ebene Kathode, Spitzenfeld an der Anode. Das noch nicht durch irgendwelche Raumladungen verzerrte Feld ist an der Kathode und bis weit in den Entladungsraum hinein sehr niedrig und steigt erst gegen die anodische Spitzenelektrode zu hohen Werten an. Ein aus der Kathode austretendes Elektron wird zunächst nur schwach ionisieren und so eine dünne Lawine bilden, bis es schließlich in den stark anwachsenden Feldbereich eintritt; hier wird dann die Elektronenballung innerhalb einer sehr kurzen Wegstrecke stark in der Lawinenspitze zunehmen, so daß sich wieder plasmaartige Kanalschläuche ausbilden. Wenn nun mehrere solcher Lawinen abgelaufen sind, die sich aus voneinander unabhängigen Anfangselektronen gebildet haben, so ergibt sich ein Bild des Entladungsvorganges, wie die Bilderreihe 7 zeigt¹⁸⁾. Diese Ionisierungsbilder sind an nicht voll zur Entwicklung gekommenen Funken gewonnen, da die den Funken speisende Entladungsquelle zu einem bestimmten Zeitpunkt kurzgeschlossen bzw. „abgeschnitten“ wurde. Man spricht deshalb bei diesen Bildern von sogenannten „abgeschnittenen“ Funken¹⁹⁾. Bei niederen Stoßspannungen läßt dann, wie die Bilderreihe zeigt, erst eine große Anzahl von Folgelawinen, die in ihrem Ablauf in die bereits

¹⁴⁾ R. Strigel, wie Fußnote 15; J. J. Torok, Electr. Engng. 49 (1930) S. 276; A. Matthias, Elektrizitätswirtsch. 35 (1936) S. 103.

¹⁵⁾ Siehe auch Erwin Marx, Arch. Elektrotechn. 24 (1930) S. 60; A. v. Hippel, Z. Phys. 80 (1933) S. 19.

¹⁶⁾ W. Holzer, Z. Phys. 77 (1932) S. 672; siehe auch J. J. Torok, Electr. Engng. 47 (1928) S. 177; L. v. Hamos, Ann. Phys., Lpz. 7 (1930) S. 857; F. G. Dunnington, Phys. Rev. 38 (1931) S. 1535.

¹⁷⁾ W. Holzer, wie Fußnote 18. Ähnliche Bilder des Entladungsvorganges findet man auch bei Nebelkammeraufnahmen der Vorentladungen, siehe z. B. H. Kroemer, Arch. Elektrotechn. 28 (1934) S. 703; E. Flegler u. H. Raether, Z. techn. Phys. 16 (1935) S. 435.

¹⁴⁾ S. a. G. L. Nord, Electr. Engng. 54 (1935) S. 955.

¹⁵⁾ R. Strigel, Wiss. Veröff. Siemens-Werk. 15 (1936) H. 3, S. 13.

vorhandene Lawinenbahn münden, den Plasmaschlauch so weit in den Entladungsraum hineinwachsen, daß die Entladung instabil wird. Mit höherer Stoßspannung reicht der Plasmaschlauch der ersten Lawinen immer weiter in den Entladungsraum hinein. Es werden zur Instabilität immer weniger Lawinen notwendig, bis endlich bei hohen Stoßspannungen Aufbauzeiten von 30 bis 40 ns erreicht werden, also Aufbauzeiten derselben Größenordnungen wie im gleichförmigen Feld.

2. Fall: Ebene Anode, Spitzenfeld an der Kathode. Bei dieser Anordnung findet ein starker Feldstärkenabfall an der Kathodenspitze statt. Dementsprechend wird schon nach Zurücklegung sehr kurzer Entfernung von der Kathode die nötige Elektronenballung am Lawinenkopf gebildet sein, um das weitere Vorwachsen der Lawine in Gestalt eines Plasmaschlauches zu ermöglichen. Die Trägerkonzentration innerhalb des Plasmaschlauches wird jedoch mit zunehmender Annäherung an die Anode infolge der ständigen Abnahme der Feldstärke auch abnehmen und erst, nachdem das Feld in der unmittelbaren Anodennähe praktisch gleichförmig geworden ist, wieder ansteigen. Diese Vorgänge zeigen Aufnahmen an abgeschnittenen Funken, wie sie in Abb. 8

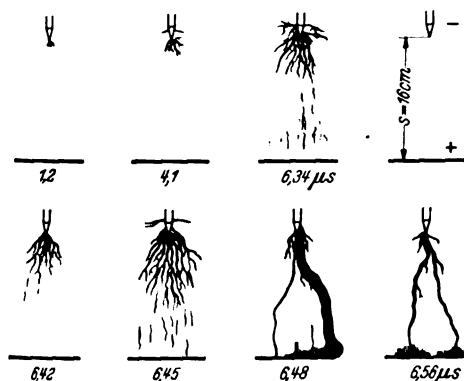


Abb. 8. Funkenbildung beim Spannungsstoß in der Elektrodenanordnung Kathodenspitze-Anodenebene (nach W. Holzer).

wiedergegeben sind²⁰). Zunächst erkennt man an der Kathodenspitze eine Dunkelstelle. Sie dürfte dem reinen Lawinenanteil der Kanäle entsprechen. Dann folgt ein Gebiet starker Leuchtfäden, die sich allmählich verdünnen. Sie können als die Plasmaschläuche mit einer abnehmenden Trägerkonzentration angesehen werden. Durch weitere Lawinen, die in bereits vorhandene Bahnen münden, erhöht sich die Trägerkonzentration der Schläuche. Sie wachsen gegen die Anode vor. Schließlich zeigen die Aufnahmen noch fadenförmige Leuchtgebilde vor der Anode: die Trägerkonzentration der Schläuche steigt wieder an. Bei der Elektrodenanordnung Anodenebene-Kathodenspitze muß nach erfolgter Kanalbildung also nicht allein die Entladung im Lawinstück instabil werden, sondern es muß außerdem noch die Trägerkonzentration im Mittelstück des Plasmaschlauches aufgefüllt werden. Dadurch erklärt sich das Zustandekommen längerer Aufbauzeiten bei höheren Stoßspannungen gegenüber Fall 1.

3. Fall: Anodenspitze-Kathodenspitze. Aus dem bisher Ausgeführten läßt sich ohne weiteres der Verlauf der Stoßkennlinien für diesen Fall ableiten. Bei niedrigen Stoßspannungen wird das eigentliche Lawinstück länger werden, da ja auch die Feldstärke an der Kathodenspitze infolge der zusätzlichen Ungleichförmigkeit des Anodenfeldes an der Kathode niedriger wird. Die Trägerkonzentration im Mittelstück wird absinken, da dort die Feldstärke niedriger sein wird. In Anodennähe wird die Trägerbildung wieder erhöht sein. Diese Einflüsse ergeben eine längere Aufbauzeit als in den beiden anderen

Fällen. Bei hohen Werten der Stoßspannung verschwindet der Einfluß des ungleichförmigen Anodenfeldes, wie aus der Betrachtung von Fall 1 abgeleitet werden kann, und die Kennlinie nähert sich der des Falles 2.

Die Umschlaggeschwindigkeit von der Kanalentladung in die selbständige Ent-

ladung. Auf Grund des bisher Ausgeführten kann man nur wenig über den Umschlag der Kanalentladung in die selbständige Entladung aussagen. Näheren Aufschluß geben jedoch Versuche²¹) mit einer rotierenden Kamera²²), die an einer Stoßanlage von 3000 kV bei Schlagweiten von 4 bis 5 m im Spitzen-Plattenfeld durchgeführt wurden.

1. Die Umschlaggeschwindigkeit bei positiver Spitzenelektrode gegenüber negativer geerdeter Platte. Bei positiver Spitzenelektrode gegenüber einer geerdeten Platte im Abstand von 5 m erhält man Aufnahmen, wie sie entzerrt Abb. 9 wiedergibt. Man muß dabei berücksichtigen, daß die auf dem Film festgehaltenen Lichteindrücke einen ziemlich späten Zeitabschnitt des Durchschlagvorgangs darstellen, da die Büschelentladungen zu Beginn des Stoßvorgangs zwar dem Auge noch gut wahr-

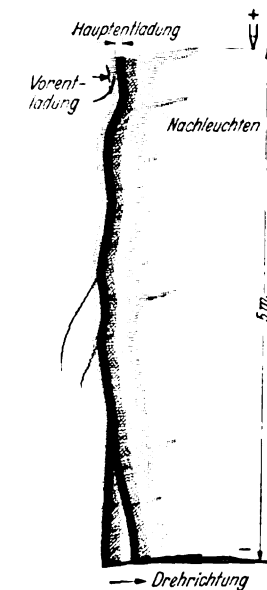


Abb. 9. Entladungsbild nach Aufnahmen mit der rotierenden Kamera bei der Elektrodenanordnung positive Spitze gegen negative Platte (nach R. Strigel).

nehmbar, jedoch zu lichtschwach waren, um auf dem schnell bewegten Film Schwärzungen hervorzurufen.

In Abb. 9 erkennt man vor dem Auftreten der kräftigen Hauptentladung von der Spitzenelektrode ausgehend ein schmales Gebiet schwächeren Lichteindrucks, das sich gegen die geerdete Platte immer mehr verzweigt und in deren Nähe selbst nicht mehr wahrnehmbar ist. Aus dem Verlauf dieses Streifens kann man schließen, daß es sich dabei um eine Vorentladung handelt, die von der Anodenspitze zur Kathodenplatte vorwächst.

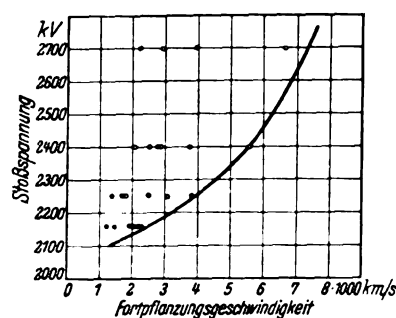


Abb. 10a. Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Vorentladung bei der Elektrodenanordnung positive Spitze — negative Platte.

Diese Vorentladung weist eine Reihe seitlicher Äste auf, die von Knickpunkten der Entladungsbahn ausgehen und sich etwa nach einer Lauflänge von 1 m totlaufen. Erreichen jedoch solche Äste im unteren Teil der Entladungsbahn die geerdete Platte, so verhalten sie sich hinsichtlich der Entwicklung der Haupt-

entladung gleichwertig. In beiden Ästen wächst die Hauptentladung von der Plattenelektrode zur Spitzenelektrode vor. Abb. 10 gibt die Abhängigkeit der Vorwachsgeschwindigkeit von Vor- und Hauptentladung von

²¹) R. Strigel, wie Fußnote 15.

²²) B. F. J. Schonland u. H. Collens, Proc. roy. Soc., Lond. A 143 (1933) S. 654; Ch. Boys, Nature 118 (1926) S. 749; s. a. H. Walter, Ann. Phys., Lpz. 10 (1903) S. 393. Mit Hilfe der rotierenden Kamera wird der Entladungsvorgang durch eine mit der Umfangsgeschwindigkeit von etwa 150 m/s rotierende photographische Schicht auseinandergezogen, so daß die einzelnen Entwicklungsabschnitte des Entladungsvorganges nebeneinander erkennbar werden. Die Kamera ist außerdem mit doppelter Optik versehen, so daß man aus den auf dem Film enthaltenen Doppelbildern nach Art stereoskopischer Bilder die einzelnen Entladungsabschnitte entzerren kann.

²⁰) W. Holzer, wie Fußnote 18.

der Höhe der Stoßspannung wieder. Die einzelnen Meßwerte streuen verhältnismäßig stark, jedoch lassen ihre Grenzwerte eindeutig auf eine Zunahme der Vorwachs-geschwindigkeit mit der Stoßspannung schließen.

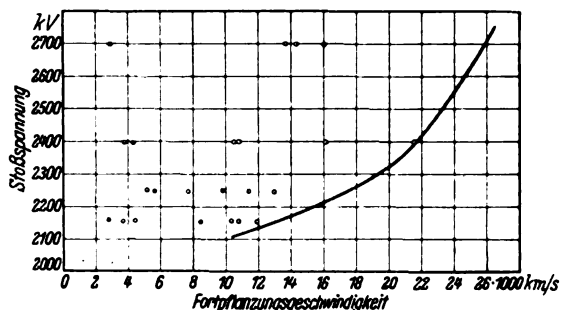


Abb. 10b. Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Hauptentladung bei der Elektrodenanordnung positive Spitze — negative Platte.

2. Die Umschlaggeschwindigkeit bei negativer Spitzenelektrode gegenüber positiver Platte. In Abb. 11 ist der entzerrte Durchschlagvorgang wiedergegeben, der bei positiver Platte gegenüber negativer Spitze und einem Elektrodenabstand von 3,8 m erhalten wurde. Im Gegensatz zu den Aufnahmen bei positiver Spitzenelektrode ist eine Vorentladung nicht eindeutig zu erkennen. Die Schwärzung des Filmstreifens nimmt zunächst etwas zu, setzt also nicht in voller Stärke ein, sondern erreicht ihren Höchstwert erst nach etwa 0,3 bis 0,4 μ s. Außerdem ist es für die Entladungsbilder dieser Elektrodenanordnung kennzeichnend, daß im mittleren Drittel der Entladungsbahn sich ein Gebiet befindet, in dem sich die Bahn mehr oder minder stark verzweigt. Es rührt dies daher, daß bei dieser Elektrodenanordnung die Entladung sowohl von der Spitze als auch von der geerdeten Platte aus vorwächst. Haben sich die beiden Entladungen bis auf eine kurze Entfernung genähert, so kann offenbar der Ausglick auf verschiedenen Wegen erfolgen. In diesem Gebiet verzweigter Entladungsbahnen sind auch deutlich Vorentladungen zu erkennen. Die Vorwachs-geschwindigkeit des anodischen Teils, der auf der Plattenelektrode fußt, erreicht Werte bis zu 30 000 km/s, während der kathodische Teil, der von der Spitze ausgeht, nur Vorwachs-geschwindigkeiten von 20 000 km/s aufweist.



Abb. 11. Entladungsbild nach Aufnahmen mit der rotierenden Kamera bei der Elektrodenanordnung negative Spitze gegen positive Platte (nach R. Strigel).

III. Die Aufbauzeit der Blitzentladung²³⁾.

Es ist von Interesse, die Kanalbildung bei größeren Schlagweiten mit den Vorgängen bei Entstehung einer Blitzentladung, also einer Entladung mit außerordentlich weiten Schlagweiten zu vergleichen. Nach Untersuchungen mit der rotierenden Kamera geht der Blitzentladung eine Vorentladung voraus, wie sie grundsätzlich in Abb. 12 angedeutet ist. Diese Vorentladung nimmt ihren Ausgang von der negativen Wolke und wächst mit Unterbrechungen ruckartig gegen den Erdboden vor, der die positive Elektrode bildet. Dieses ruckweise Vorwachsen geht dabei so vor sich, daß eine verhältnismäßig starke Entladung im allgemeinen etwa 15 bis 80 m weit vorschießt, diese

Entladung aber dann so weit abklingt, daß auf der photographischen Platte kein weiterer Lichteindruck mehr wahrnehmbar ist. Nach einer Pause, die bis zu 60 bis 70 μ s betragen kann, schießt wieder so ein leuchtender Pfeil etwa von der Stelle aus vor, an der der vorhergehende erloschen ist. Dabei leuchtet auch die alte, durch die vorhergehende Pfeilentladung zurückgelegte Bahn schwach auf. Die gesamte Vorentladung eines Blitzes kann aus über 100 solchen Teilentladungen entstehen. Im Durchschnitt ist mit 10 bis 12 je km Blitzlänge zu rechnen. Hat die Vorentladung den Endwert erreicht, so schießt die Hauptentladung von dort gegen die Wolke vor. Ein beträchtlicher Teil der beobachteten Blitze weist mehrere aufeinanderfolgende Einzelentladungen auf, in einem Fall

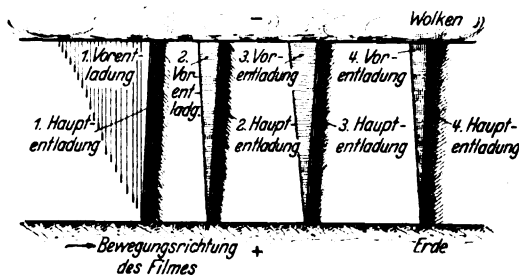


Abb. 12. Entzerrung der Blitzentladung mit Hilfe eines bewegten Filmes (schematisch).

sogar 27, die im allgemeinen völlig in derselben Entladungsbahn verlaufen wie die erste Entladung. Die nachfolgenden Entladungen haben gänzlich andere Vorentladungen. Sie wachsen stetig von der Wolke zur Erde vor und bleiben dauernd schwach leuchtend, bis die Hauptentladung von der Erde aus zurückschlägt.

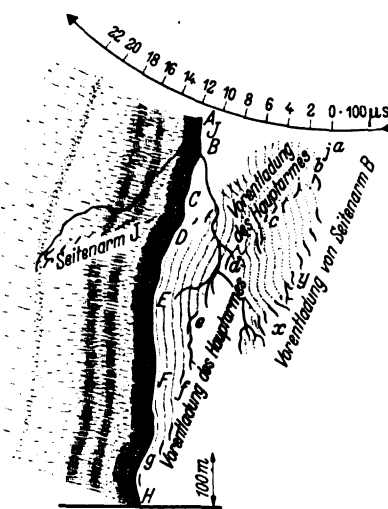


Abb. 13. Blitzentladung mit der rotierenden Kamera auseinandergezogen (nach Schonland u. Mitarbeitern).

In Abb. 13 ist der Blitzvorgang nach einer Aufnahme mit der rotierenden Kamera herausgezeichnet. Man erkennt die unterbrochene Vorentladung. Die Vorentladung läuft längs der Punkte *a* und *g*, die den Punkten *A* bis *G* der Hauptentladung entsprechen (*G* neben *g* zu denken). Seitenäste, in denen sich ebenfalls später kräftige Entladungen ausbilden, zweigen in den Punkten *j* bzw. *J* und *b* bzw. *B* ab. Ast *b* hat wieder Selbstverzweigungen an den Stellen *x* und *y*. Man ist leicht geneigt, diese Vorgänge mit der Kanalbildung im gleichförmigen Feld zu vergleichen: die Vorentladung des Blitzes scheint der Kanalbildung vor dem Durchschlag zu entsprechen, die leuchtenden vorschießenden Entladungspfeile der Elektronenballungen im Kopf der Plasmaschläuche, die während des Vorschießens der Entladungspfeile ebenfalls wieder schwach aufleuchtenden rückwärtigen Entladungsteile den Plasmaschläuchen selbst. Es ist interessant, daß sich diese Entladungspfeile

²³⁾ Wie Fußnote 22; ferner B. F. J. Schonland, D. M. Malan u. H. Collens, Proc. roy. Soc., Lond. A 152 (1935) S. 595; K. B. Mc Eachron, Electr. J. 31 (1934) S. 251.

nach einer Lauflänge von 15 bis 80 m, in Ausnahmefällen nach 200 m Weglänge totlaufen; es spricht für die Annahme, daß diese Entladungspfeile den Elektrodenballungen bei kleineren Schlagweiten gleichzusetzen sind, daß ihre mittlere Geschwindigkeit um so größer wird, je länger ihr Laufweg ist. Bei kleineren Schlagweiten kann man auf Vorwachsengeschwindigkeiten von $2 \cdot 10^{-8} \text{ cm s}^{-1}$ schließen. Das sind Geschwindigkeiten, die in derselben Größenordnung liegen, mit denen sich die Elektronenpfeile bei der Blitzentladung vorwärtsbewegen. Die Hauptentladung wächst mit einer Geschwindigkeit von $1 \cdot 10^{-9}$ bis $2 \cdot 10^{-9} \text{ cm s}^{-1}$ vor, d. s. 10 000 bis 20 000 km s^{-1} , also mit Geschwindigkeiten, die dem Vorwachsen der Hauptentladung im ungleichförmigen Feld entsprechen.

Bei den nachfolgenden Entladungen eines Blitzes, die sich in der bereits vorgezeichneten Blitzbahn abspielen, findet die neue Vorentladung eine immer noch stark ionisierte Bahn vor; sie läuft sich daher nicht mehr tot, sondern gelangt in einem Zug von der Wolke bis zur Erde. Ihre mittlere Geschwindigkeit beträgt dabei $5,5 \cdot 10^8 \text{ cm s}^{-1}$; sie kann aber auch auf $2 \cdot 10^9 \text{ cm s}^{-1}$ anwachsen. Die Vorwachsengeschwindigkeit der Hauptentladung unterscheidet sich dagegen nicht von derjenigen der ersten Entladung des Blitzes.

Zusammenfassung.

Der Aufsatz gibt einen zusammenfassenden Bericht über die Aufbauzeit der selbständigen Entladung innerhalb der Entladeverzugszeit.

Die Messungen an Kugel- und Plattenfunkenstrecken ergeben, daß die Aufbauzeit innerhalb des Schlagweiten-

bereiches zwischen 1 und 10 cm praktisch unabhängig von der Schlagweite wird. Während sie bei geringer Überspannung noch 100 ns oder mehr beträgt, nimmt sie mit zunehmender Überspannung rasch ab und erreicht bei 60 % Überspannung etwa 30 ns. Sie ist ferner unabhängig von der Oberflächengröße der Elektroden und von der Quarzlampe. Gewisse Abhängigkeiten von Bestrahlung und Elektrodenabstand ergeben sich jedoch bei Schlagweiten unter 0,5 cm.

Für das ungleichförmige Feld wird die Aufbauzeit für die Grundanordnungen: 1. Anodenspitze – Kathodenebene, 2. Anodenebene – Kathodenspitze und 3. Anodenspitze – Kathodenspitze mit derjenigen des gleichförmigen Feldes verglichen. Es macht sich ein starker Einfluß des Spannungsanstieges der Versuchswellen bemerkbar.

Der Umschlag der dem eigentlichen Durchschlag vorausgehenden Kanalentladung in die Funkenentladung geht bei der Elektrodenanordnung Anodenspitze – Kathodenebene über eine Vorentladung vor sich, die mit einer Geschwindigkeit von mehreren tausend Kilometer in der Sekunde von der Anode sich zur Kathode fortpflanzt. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der nachfolgenden Hauptentladung liegt eine Größenordnung höher.

Bei negativer Spitzenelektrode dagegen wächst von der Spitze und von der Platte eine Entladung vor, die beide etwa dieselbe Fortpflanzungsgeschwindigkeit wie die Hauptentladung bei positiver Spitze besitzen.

Auf Grund der Versuchsergebnisse wird eine Erklärung über den physikalischen Vorgang der Stoßentladung gegeben und Vergleiche mit der Entladung eines Blitzes gezogen.

Untersuchungen an einem schnellschaltenden Lastschalter für Stufen-Regeltransformatoren.

Von W. Reiche VDE, Dresden.

Übersicht. Während sich Beschreibungen von Transformatoren mit Stufenregeleinrichtungen häufig in den in- und ausländischen Fachzeitschriften finden, sind Veröffentlichungen über die Ergebnisse experimenteller Untersuchungen des von Stufe zu Stufe erfolgenden Schaltvorganges nur selten erschienen. Daher wird im nachstehenden über eine derartige Arbeit berichtet, wobei die Grundlagen des Schaltvorganges und die gewonnenen Meßergebnisse besonders gründlich erörtert werden sollen.

Die untersuchte Regeleinrichtung, aufgebaut nach B. Jansen¹⁾ für Netzspannungen bis 30 kV und Ströme bis 350 A, besteht aus einem Anzapfwähler zur abwechselnden Vorwahl der geradzahlgigen und der ungeradzahlgigen Anzapfungen, aus dem Lastschalter mit zwei Überschaltwiderständen zum unterbrechungslosen Übergang von der bisher benutzten auf die vorgewählte Anzapfung, sowie aus einem Wendewähler zur Umkehrung der Zusatzspannung. Arbeitsweise und Bemessung des Lastschalters sind so getroffen, daß nicht nur der selbstverständlichen Forderung weitgehender Betriebstüchtigkeit, sondern im einzelnen noch folgenden Wünschen entsprochen wird:

- a) der geschaltete Strom muß möglichst klein sein,
- b) die Spannungsänderung muß ohne störende Einsenkung erfolgen,
- c) die Einschaltdauer der Überschaltwiderstände muß kurz sein.

Die Lösung der beiden ersten Aufgaben wird bestimmt von der Aueinanderfolge der Schaltvorgänge und von der

621. 316. 57. 064. 22 : 621. 314. 214. 072. 2
Bemessung der Überschaltwiderstände. Die gewählte Schaltfolge gründet sich auf zwei verschiedenartige Verfahren. Das eine ist in Abb. 1 dargestellt. Links ist ein Teil der Wicklung mit den beiden Anzapfungen 1 und 2 gezeichnet. Ein Schaltstück S, das mit dem angeschlos-

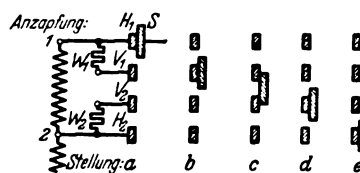


Abb. 1. Aueinanderfolge der Schaltvorgänge in einem Lastschalter nach dem ersten Verfahren.

nen Netz verbunden ist, gleitet nacheinander vom Hauptkontakt H_1 über die Vorkontakte V_1 und V_2 zum anderen Hauptkontakt H_2 hinüber. Die Kontakte H_1 und V_1 wie auch H_2 und V_2 sind durch je einen gleich hohen Überschaltwiderstand W_1 und W_2 miteinander verbunden. Aus dem gesamten Schaltvorgang sind die Stellungen a bis e einzeln herausgezeichnet, da diese jeweils mit einer Änderung von Strömen bzw. Spannungen im Schalter verknüpft sind.

Solange sich das Schaltstück S auf dem Kontakt H_1 befindet, Stellung a, hat das vom Transformator gespeiste Netz die Spannung der Anzapfung 1 (Abb. 2). Dabei bleibt es auch, wenn im Leerlauf auf Stellung b übergegangen

¹⁾ B. Jansen, ETZ 58 (1937) S. 874. Siehe dort auch weiteres Schrifttum.

wird. Anders bei Belastung. Durch den Laststrom entsteht auf dem Widerstand W_1 ein Spannungsabfall, dessen Phasenlage vom Leistungsfaktor der Last und dessen Größe vom Betrage des Widerstandes und des Stromes abhängen. Wird der Widerstand so gewählt, daß der Spannungsabfall bei Vollast gleich dem Betrage der Spannung einer Stufe wird, so können die weiterhin auftretenden Spannungen für die Leistungsfaktoren $\cos \varphi = 1$, $\cos \varphi = 0,7$ und $\cos \varphi = 0$ ebenfalls aus Abb. 2 abgelesen werden. Bemerkenswert ist, daß in Stellung c sowohl bei Leerlauf als auch bei Belastung mit $\cos \varphi = 0$ eine Zwischenspannung auftritt, die mitten zwischen den Spannungen an den Anzapfungen 1 und 2 liegt, unabhängig von der Größe der Überschaltwiderstände. Deren Betrag hat bei Belastung mit $\cos \varphi = 0$ lediglich einen Einfluß auf die Phasenverschiebung zwischen Netzspannung und Transformatorspannung. Bei Belastung mit anderen Leistungsfaktoren kann in Stellung d eine kurzzeitige Absenkung der Netzspannung eintreten, die bei $\cos \varphi = 1$ bis auf die Spannung von Anzapfung 3 zurückgeht. Für anders bemessene Überschaltwiderstände, für die rückläufige Schaltbewegung und für die entgegengesetzte Energierichtung kann der Spannungsverlauf in gleicher Weise untersucht werden, ohne daß indessen dabei wesentlich andersgeartete Ergebnisse zu finden sind.

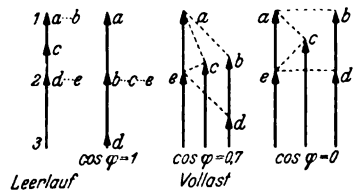


Abb. 2. Verlauf der Spannungen bei Schaltvorgängen nach dem ersten Verfahren.

Die unerwünschte Spannungsabsenkung wird durch das zweite Schaltverfahren vermieden, das sich aus dem ersten entwickeln läßt durch Verlängerung des Schaltstückes S (Abb. 3). Dabei erfolgt die Überbrückung der beiden Anzapfungen 1 und 2 durch die Widerstände W_1 und W_2 , noch zu einem Zeitpunkt, ehe das Schaltstück S den Hauptkontakt H_1 verlassen hat (Stellungen a und b). Der Übergang des Schaltstückes S von H_1 und V_1 zu H_2 und mithin die Verlegung der Laststromabnahme von Anzapfung 1 und 2 geschieht andererseits, solange noch die Überbrückung der Stufe durch die Widerstände erhalten bleibt (Stellungen c und d). Erst nach erfolgtem Übergang auf H_2 wird die Überbrückung der Stufe aufgehoben (Stellung e). Unter Beibehaltung der Bemessungsregel für die Überschaltwiderstände ergibt sich, daß die Spannungsabsenkung tatsächlich nicht mehr auftritt (Abb. 4).

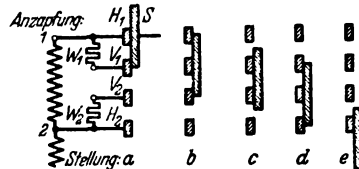


Abb. 3. Aufeinanderfolge der Schaltvorgänge in einem Lastschalter nach dem zweiten Verfahren.

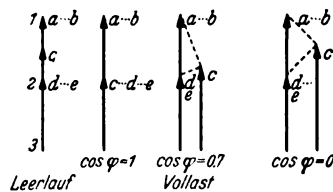


Abb. 4. Verlauf der Spannungen bei Schaltvorgängen nach dem zweiten Verfahren.

Leider hat das zweite Schaltverfahren den schwerwiegenden Nachteil erhöhter Strombelastung. Im ersten Verfahren und mit den angegebenen Widerständen wird beim Übergang von a auf b , ebenso von c auf d an H_1 bzw. V_1 ein Strom unterbrochen gleich 100 % des Vollaststromes. Im zweiten Verfahren wird beim Übergang von b auf c an H_1 ein Strom unterbrochen bis zu 200 %, beim Übergang von d auf e an V_1 gleich 100 % des Vollaststromes. Wenn auch beim zweiten Verfahren die zwischen

dem verlassenen Kontakt und dem Schaltstück entstehenden Spannungen niedriger sind, so bewirkt doch der höhere Strom einen wesentlich stärkeren Abbrand an den Berührungsflächen der Kontakte als beim ersten Verfahren.

Eine bloße Parallelschaltung verdoppelter Schaltteile würde den Nachteil nicht beheben, da sich selbst bei sorgfältigster Ausführung das eine Schaltstück früher als das zugehörige andere vom Gegenkontakt löst und als-

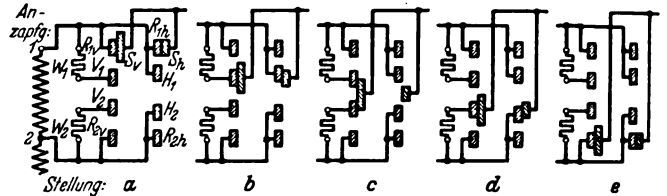


Abb. 5. Aufeinanderfolge der Schaltvorgänge in einem Lastschalter nach dem kombinierten Verfahren.

dann doch dem zurückbleibenden Schaltstück allein den gesamten Strom überläßt. Dennoch läßt sich die günstige Schaltfolge unter geringer Beanspruchung der Schalterteile innehalten, wenn jede Phase des Schalters zwei getrennte Schalterorgane von verschiedener Arbeitsweise erhält. Ihr Zusammenwirken wird in Anlehnung an die bisherige Darstellungsweise durch Abb. 5 erläutert. Hier sind zwei Schaltstücke S_v und S_h vorgesehen, die in ihren Endlagen (Stellungen a und e) mit Ruhekontakten R_1 bzw. R_2 in Berührung stehen. Beide Schaltstücke sind unter sich und mit dem angeschlossenen Netz unmittelbar leitend verbunden. In Stellung b ist das Schaltstück S_v auf den Kontakt V_1 gelangt, der über den Widerstand W_1 mit der Anzapfung 1 verbunden ist, während das Schaltstück S_h nunmehr über den Kontakt H_1 immer noch unmittelbar an der Anzapfung 1 anliegt. In Stellung c ist durch das Schaltstück S_v die Überbrückung der Stufe über die Widerstände W_1 und W_2 hergestellt worden, so daß Schaltstück S_h nunmehr den Kontakt H_1 (Anzapfung 1) verlassen und auf Kontakt H_2 (Anzapfung 2) übergehen kann. Durch entsprechende Bemessung der Schaltwege ist dabei zu verhindern, daß die beiden Kontakte H_1 und H_2 kurzgeschlossen werden. Der weitere Verlauf des Schaltvorganges ist aus Abb. 5 leicht ersichtlich. Für die Spannungen gilt erneut Abb. 4.

Die Strombelastung ist wesentlich günstiger geworden. In Stellung b führt H_1 den gesamten Belastungsstrom, während V_1 noch unbelastet ist. Beim Übergang von b auf c wird an H_1 der Belastungsstrom, beim Übergang von c auf d an V_1 der Überbrückungsstrom unterbrochen. Unter Innehaltung der früheren Bemessungsregel für die Überschaltwiderstände beträgt der Strom an V_1 nur 50 % des Nennstromes.

Einen wesentlich eingehenderen Einblick in den Verlauf von Strom und Spannung innerhalb eines Schalters nach Abb. 5 gewähren die Diagramme Abb. 6 und 7. Sie sind gezeichnet für alle Leistungsfaktoren zwischen 1 und 0 und gelten unter den Voraussetzungen, daß der Schalter keine Selbstinduktion enthält und daß sich in Stellung c der Belastungsstrom zu genau je 50 % auf die beiden Anzapfungen verteilt. Diese Voraussetzungen können praktisch als erfüllt angesehen werden, wenn der Schalter gedrängt gebaut und mit induktionsfreien Überschaltwiderständen ausgestattet ist und wenn die Spannung einer Stufe nur klein gegenüber der Spannung an der gesamten Transformatorwicklung ist. Das Diagramm Abb. 6 gilt für die Spannung in Stellung c . Auf der Ordinate ist die Spannungsabsenkung aufgetragen, gesehen von Anzapfung 1 aus und angegeben in Prozenten der Spannung einer Stufe. Auf der Abszisse befinden sich Verhältniszahlen für die Bemessung der Überschaltwiderstände. Je größer diese Widerstände sind, um so größer wird die Spannungsabsenkung, um so kleiner aber der an V_1 zu unterbrechende Überbrückungsstrom. Da nun der

an H_1 zu schaltende Strom je nach der Belastung schwankt, während an V_1 der Überbrückungsstrom stets in gleicher Höhe geschaltet werden muß, ist ein hoher Überschaltwiderstand günstig für die Lebensdauer des Schalters. Es empfiehlt sich ein Kompromiß dahingehend, daß bei Nennbelastung und einem mittleren $\cos \varphi = 0,7$ eine Spannungsabsenkung bis auf den Wert der nächstniederen Anzapfung zugelassen wird. Für diese Bemessung ist in das Diagramm Abb. 6 ein Beispiel gestrichelt eingezeichnet. Der Schnittpunkt L der Waagerechten für 100 % mit dem Strahl für $\cos \varphi = 0,7$ ist mit dem Anfangspunkt A des Diagrammes durch die Strecke AL verbunden. Diese gibt die gesamte Spannung am Widerstand W_1 zu 112 % an. Der Kreisbogen durch L um M trifft die Abszisse im Punkte $c \approx 1,43$. Hieraus folgt $W_1 = W_2 = c U_{1-2} / I_n$. Beträgt die Spannung einer Stufe beispielsweise $U_{1-2} = 260$ V bei einem Nennstrom $I_n = 350$ A, so errechnen sich hieraus ein Widerstandswert von je $1,06 \Omega$ und ein Überbrückungsstrom $I_{1-2} = 122$ A. Für andere Leistungsfaktoren können die Werte der Spannungsabsenkung in einfacher Weise abgelesen werden. Sie beträgt 121,5 % bei $\cos \varphi = 1$, wie gesagt 100 % bei $\cos \varphi = 0,7$ und 50 % bei $\cos \varphi = 0$. Im letzteren Falle wird die Spannung an W_1 und W_2 gleich 87,5 %.

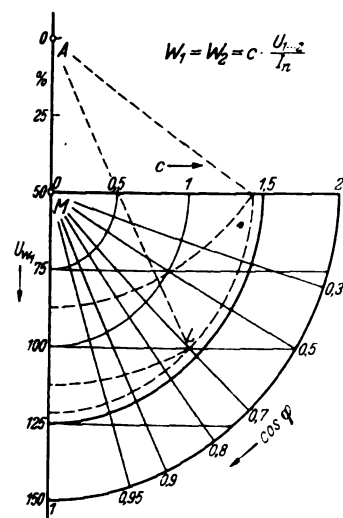


Abb. 6. Diagramm des Spannungsabfalles in der Überschaltstellung eines Lastschalters nach dem kombinierten Verfahren.

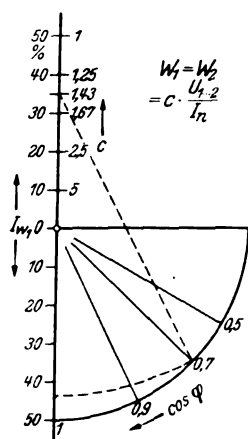
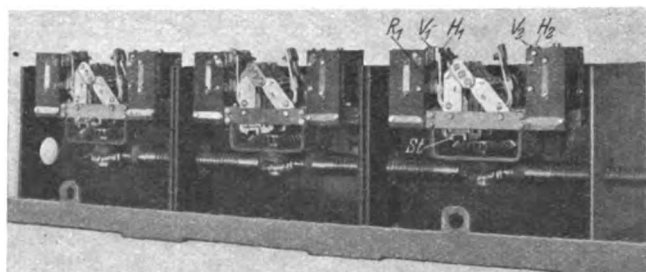


Abb. 7. Diagramm des Stromes in der Überschaltstellung eines Lastschalters nach dem kombinierten Verfahren.

Größe und Phasenlage des bei Nennlast in Stellung c durch den Widerstand W_1 fließenden Stromes können dem Diagramm Abb. 7 entnommen werden. Auf der Ordinate ist von Null aus nach oben und unten der Strom in Prozent des Transformator-Nennstromes aufgetragen, wobei der obere Teil für den Überbrückungsstrom, der untere Teil für den Belastungsstrom gilt. Auf dem oberen Teil der Ordinate sind außerdem noch die Verhältnisse für die Bemessung der Überschaltwiderstände angegeben. Aus dem gestrichelt eingezeichneten Beispiel ergibt sich für $c = 1,43$ und für Nennbelastung bei $\cos \varphi = 0,7$ der durch W_1 fließende Strom zu 79 %.

Die Verwirklichung der in Abb. 5 dargelegten Schaltungsgrundsätze erfolgt durch eine Stufenregleinrichtung, deren sämtliche Teile in gedrängtem Zusammenbau oberhalb des Transformatordeckels angeordnet und gemeinsam in einem ölfüllten Schalterbehälter untergebracht sind, wie es Abb. 8 erkennen läßt. Für jede Phase befinden sich Anzapfungs- und Wendewähler auf der einen, der Lastschalter auf der anderen Seite einer senkrechten Hartpapierplatte. Die Verbindungsleitungen zwischen Wicklung und Regleinrichtung sind öldicht durch sechs mehrpolige Durchführungen im Transformatordeckel hindurchgeführt, so daß der Ölinhalt des Schalterbehälters

vom Öl des Transformators getrennt ist. Die gewählte Bauweise erleichtert eine gelegentliche Beaufsichtigung und Untersuchung der Regleinrichtung, wobei es zumeist genügt, den Deckel des Schalterbehälters abzunehmen. Ein Ausbauen des Transformators ist jedenfalls nicht erforderlich.



H_1, H_2 Hauptkontakte St Steuerschlitten
 R_1 vorderer linker Ruhekontakt V_1, V_2 Vorkontakte

Abb. 8. Dreiphasiger Lastschalter nach dem kombinierten Verfahren.

Anzapfungs- und Wendewähler sind mit Rollenkontakten an drehbaren Armen ausgestattet. Da sie jeweils nur im stromlosen Zustand bewegt werden, ist in der vorliegenden Arbeit von ihrer Untersuchung Abstand genommen worden.

Der Lastschalter, der weiterhin allein interessiert, ist nicht in der einfachen Weise von Abb. 5, sondern nach Art des bekannten Doppel-Kniehebelgelenkes ausgebildet. Jede Phase ist zur Ausübung des Verfahrens mit zwei Doppelgelenken ausgestattet, die mechanisch unter gewissem Spiel miteinander gekuppelt sind.

Die feststehenden Kontakte befinden sich seitlich an senkrechten Hartpapierwänden. Unten liegen die Ruhekontakte R_1 und R_2 , darüber vorn die Vorkontakte V_1 und V_2 , hinten die Hauptkontakte H_1 und H_2 . Die beweglichen Kontakte (die Schaltstücke von Abb. 5) sind am Kniehebelgelenk befestigt. In Ruhestellung erfolgt der Stromübergang unten an den Ruhekontakten. Durch Bewegung des Steuerschlittens St wird eine am Mittelpunkt des Doppel-Kniehebelgelenkes angreifende Doppelfeder gespannt und das Gelenk mittels eines Anschlages am Schlitten ein wenig aus seiner Ruhelage heraus-

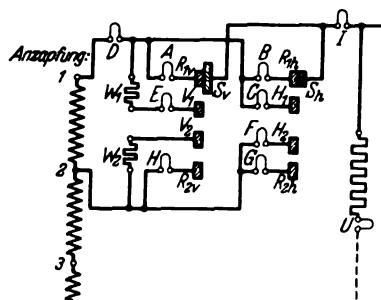


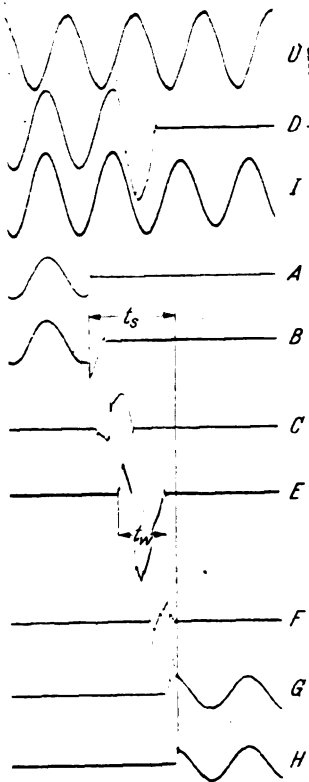
Abb. 9. Meßstellen zur oszillographischen Untersuchung der Arbeitsweise eines Lastschalters nach dem kombinierten Verfahren.

gedrückt. Eine geringe Weiterbewegung des Schlittens genügt, um das Gelenk vollends herauszudrücken und es unter Einwirkung der gespannten Feder schlagartig in die Gegenlage hinüberspringen zu lassen. Dabei fliegt durch entsprechende Einstellung der Anschläge das eine Gelenk voran, kurzzeitig erfolgt Berührung an V_1 und H_1 , während der Stromübergang an R_1 unterbrochen ist (Stellung b), inzwischen tritt Verbindung von V_1 mit V_2 ein, das andere Gelenk folgt kurz hinterher (Stellungen c und d), bis in der Endstellung e wiederum der Stromübergang nur an den Ruhekontakten stattfindet.

Ein besonderer Vorzug dieses Lastschalters ist noch darin zu erblicken, daß die in der Ruhelage zur Stromführung dienenden Kontakte R_1 und R_2 keinerlei Abbrand unterliegen. Die einander berührenden Flächen bleiben unverändert eben. Die den Schaltvorgang übernehmenden Kontakte H und V befinden sich oben an gut zugänglichen Stellen und können leicht überwacht und nötigenfalls ausgewechselt werden. Durch Anfertigung dieser Kontakte aus Verbundmetallen wird indessen ein Abbrand

auch hier weitgehend vermieden. Das Kennzeichen des vorbeschriebenen Lastschalters durch die von Jansen [vgl. Fußnote ¹⁾] aufgestellten Gruppenzeichen ist BI 1b.

Die experimentelle Untersuchung des Lastschalters²⁾ erfolgte in einer Rückarbeitsschaltung, die den Transformator einphasig künstlich belastete. In das Schaltbild Abb. 9 sind die 10 Meßstellen eingezeichnet, an denen Oszillographenschleifen eingebaut waren. Abb. 10 zeigt untereinander 10 Oszillogramme.



- A bis H Ströme an den verschiedenen Meßstellen (siehe Abb. 9)
 I Belastungsstrom
 U Spannung am Transformator
 t_s Dauer des gesamten Schaltvorganges
 t_w Einschaltdauer der Widerstände

Abb. 10. Oszillogrammtafel.

Eine wesentliche Schwierigkeit ergab sich daraus, daß nur ein Dreischleifen-Oszillograph zur Verfügung stand. Es konnten daher die Meßstellen nur einfach oder paarweise nacheinander besetzt werden, während jeweils eine oder zwei Meßschleifen zur Aufnahme regelmäßig wiederkehrender Leitkurven dienten. Da weiterhin der Ablauf der Schaltvorgänge vom Spannungswert im Schalt Augenblick abhängt, war es notwendig, an jeder Meßstelle eine größere Anzahl von Aufnahmen zu machen. An Hand der Leitkurven wurden dann die zugehörigen Oszillogramme ausgesucht und zusammengestellt. Die Stufenspannung U_{1-2} betrug etwa 140 V, der Leiterstrom I etwa 100 A, der Betrag beider Überschaltwiderstände je 1 Ω .

Die Kurven U und I geben die Spannung am Schenkel des Transformators und den Belastungsstrom wieder. Je zur Hälfte fließt der Strom über die Meßstellen A und B . Der Schaltvorgang beginnt mit Unterbrechung des Stromes an R_{1v} (Meßstelle A), so daß B für einen Augenblick einen Stromanstieg zeigt. Inzwischen übernimmt aber bereits H_1 den Belastungsstrom (Meßstelle C), während nunmehr auch an R_{1h} Unterbrechung erfolgt. Die Transformatorstufe 1 (Meßstelle D) bleibt einseitig unverändert belastet.

Während H_1 noch eingeschaltet ist, tritt Verbindung zwischen V_1 und V_2 ein, so daß hier zunächst der Über-

brückungsstrom fließen kann. Dieser Vorgang ist an den Meßstellen D und E deutlich zu erkennen. Wegen des ohmschen Widerstandes im Überbrückungs-Stromkreis hat dieser Strom eine andere Phasenlage als der Belastungsstrom. Eine erneute Änderung in Stärke und Phasenlage des Stromes an den Meßstellen D und E tritt ein, wenn der Belastungsstrom an H_1 unterbrochen und für eine kurze Zeit über V_1 und V_2 entnommen wird. Allerdings nur für einen Augenblick. Denn es setzt alsbald der Übergang auf Anzapfung 2 durch Verlagerung des Belastungsstromes auf V_2 ein (Meßstelle F). Kurz danach übernehmen die Ruhekontakte R_2 (Meßstellen G und H) endgültig je zur Hälfte den Belastungsstrom der Anzapfung 2. Die Dauer des gesamten Schaltvorganges t_s beträgt etwas mehr als eine Periode, die Einschaltdauer der Widerstände t_w beträgt etwas weniger als eine Periode.

Es versteht sich, daß diese Schaltvorgänge mit plötzlichen Änderungen im Energieinhalt der Wicklungen verknüpft sind und daß in einem schwingungsfähigen Gebilde, wie es der Transformator mit den angeschlossenen Leitungen darstellt, solche Energieschwankungen von Ausgleichsschwingungen begleitet werden. Hierdurch wie auch durch wechselnde Übergangswiderstände im ersten Augenblick der Kontaktberührung erklären sich die mancherlei Oberschwingungen in den gezeigten Oszillogrammen. Indessen haben Transformatorspannung und Belastungsstrom keine erkennbare Beeinträchtigung ihres Verlaufes erlitten, sondern sind stetig auf die der zugeschalteten Stufe zugehörigen Werte übergegangen.

Zusammenfassung.

Günstige Folge der Schaltvorgänge und geeignete Bemessung der Überschaltwiderstände bewirken kleinste Schaltleistung. Die Stromverteilung während der Umschaltung und die Beanspruchung der Widerstände werden ermittelt. Oszillographische Untersuchung eines ausgeführten Schalters gewährt einen Einblick in den Schaltvorgang. Die Einschaltdauer der Überschaltwiderstände liegt unterhalb einer Periode. Gleichmäßig und ohne Störung erfolgt die Spannungsänderung.

Störungen an Durchführungen und Maßnahmen dagegen.

621. 315. 626. 004. 6 + 5

In den Anlagen der Tokyo Electric Light Comp. sind etwa 5000 Durchführungs-Isolatoren verschiedener Bauart, nämlich reine Porzellan-Durchführungen, Kondensator-Durchführungen (je etwa 40%), kompositgefüllte Durchführungen (17%) und ölgefüllte Durchführungen (3%) eingebaut. Über die hiermit in den Jahren 1929 bis 1936 gemachten Erfahrungen wird von S. Miyauchi an Hand genauer statistischer Unterlagen berichtet¹⁾. Hiernach ergaben sich an den verschiedenen Bauarten recht verschiedene Fehlerursachen, nach deren Aufdecken und Abhilfe die Ausfälle in den letzten Jahren wesentlich vermindert werden konnten. Als Hauptfehler erwies sich das Eindringen von Feuchtigkeit in das Innere der Durchführung infolge von äußeren mechanischen Sprüngen oder von allmählicher Verschlechterung der Dichtungszwischenlagen (Gummi, Kork, Blei usw.). Abhilfe hiergegen war nur durch regelmäßige Untersuchung auch des Inneren der Durchführung und Auswechselung der beschädigten Teile möglich. Nachprüfungen durch Messung des Isolationswiderstandes waren dagegen ungenügend. Vielmehr müssen die Durchführungen sämtlich in gewissen Zeitabschnitten vollständig auseinander genommen und nach sorgfältiger Trocknung wieder zusammengebaut werden, so wünschenswert ein einfacheres Betriebsverfahren zur Erkennung ihres jeweiligen inneren Zustandes wäre.

W. W.

²⁾ Die Versuche wurden von Herrn Ing. E. Rösch durchgeführt. Ich danke ihm auch an dieser Stelle für seine eifrige Mitarbeit.

¹⁾ S. Miyauchi, Electrotechn. J., Tokio 1 (1937) S. 147; 5 S., 5 Abb.

Vorgänge in Sicherungen bei elektrischer Stoßbeanspruchung.

(Mitteilung aus dem Institut für Starkstrom- und Hochspannungstechnik der T. H. Dresden.)

Von J. Wrana, Dresden.

621. 316. 923. 015. 33

Übersicht. Die Erfahrungen, die man mit Schmelzsicherungen in Hochspannungsanlagen gemacht hat, geben Anlaß, ihr Verhalten nicht nur bei Kurzschlüssen zu untersuchen, sondern auch bei elektrischen Stoßbeanspruchungen, wie sie durch Gewitter- und Schaltüberspannungen hervorgerufen werden. Im Rahmen einer größeren Arbeit wurden mit einer Stoßanlage Schmelz- und Verdampfungsvorgänge an Drähten untersucht. Nachfolgend sind Versuchsergebnisse über das elektrische und mechanische Verhalten von Schmelzleitern bei Stoß mitgeteilt, die sich weitgehend auch auf Schmelzsicherungen beziehen.

Die Anwendung von Schmelzsicherungen in Hochspannungsanlagen als Kurzschlußschutz hat in der letzten Zeit immer mehr an Bedeutung gewonnen. Durch besondere Ausbildung als Hochleistungssicherungen sind diese auch bei Hochspannung für große Kurzschlußleistungen brauchbar gemacht worden¹⁾.

Es ist öfters beobachtet worden, daß bei elektrischer Stoßbeanspruchung, hervorgerufen durch Blitzschläge oder induktive Überspannungen, die Schmelzsicherungen nicht standhalten. Auch mit Kondensatoren kann man ähnliche Vorgänge bei Schmelzleitern hervorrufen, wie die Untersuchungen mit einer Stoßanlage großer Ergiebigkeit zeigen. Im folgenden soll darüber berichtet werden, welche besonderen Erscheinungen sich abspielen, wenn Schmelzleiter einer elektrischen Stoßbeanspruchung ausgesetzt

Die Versuchsschaltung ist in Abb. 1 dargestellt. Das Oszillogramm Abb. 2 zeigt den Strom bei einem Schmelz- und Verdampfungsvorgang. Der Stromverlauf ist durch die Form der Stoßwelle und die Widerstandsänderung der Schmelzstrecke während des Vorganges bedingt. Bekanntlich nimmt die Leitfähigkeit der ver-

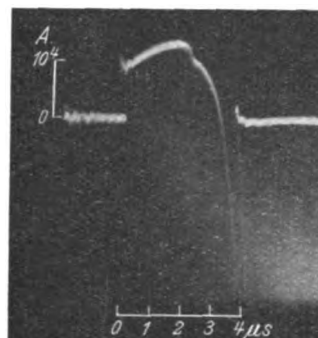


Abb. 2. Stromverlauf für einen Abschaltvorgang mit Schmelzleiter bei Stoß.

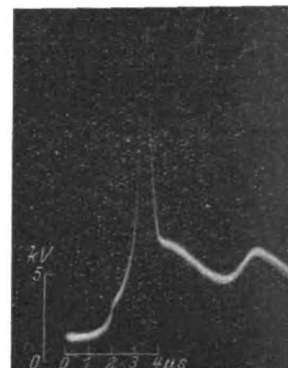
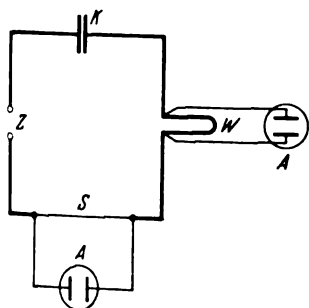


Abb. 3. Spannungsverlauf an der Schmelzstrecke bei einem Schmelz- und Verdampfungsvorgang bei Stoß.



- K Stoßkondensator
- Z Zündfunkenstrecke
- W induktionsarmer Widerstand zur Strommessung
- S Schmelzleiter
- A Ablenkplatten des Kathodenstrahl-Oszillographen zur Strom- und Spannungsmessung

Abb. 1. Schaltung zur Untersuchung von Schmelzvorgängen bei elektrischer Stoßbeanspruchung.

werden, wie sie im Zusammenhang mit Blitzentladungen sich einstellen kann. Solche Entladungen sind dadurch gekennzeichnet, daß ein außerordentlich hoher Strom innerhalb von Mikrosekunden die als Schmelzleiter in die Leitungsbahn eingeschalteten Drähte zum Schmelzen und Verdampfen bringt, während schnell abschaltende Hochspannungssicherungen bei Kurzschluß 50 bis 100 μ s Abschaltzeit haben und Schmelzsicherungen bei Niederspannung mehrere tausend Mikrosekunden zur Kurzschlußabschaltung benötigen²⁾.

Um einen Einblick in die Vorgänge zu gewinnen, wurden Versuchsdrähte von verschiedener Länge und verschiedenem Querschnitt verwendet, die entweder frei in Luft oder in einem Hartpapierrohr von 5 mm Innendurchmesser ausgespannt waren. Ferner wurden Schmelzleiter untersucht, die sich, wie bei den Patronensicherungen, in einem mit Quarzsand gefüllten Porzellanrohr befanden. Länge und Querschnitt des Probedrahtes sind so bemessen, daß nur ein Teil der Stoßenergie zum Schmelzen und Verdampfen nötig ist. Der Schmelzvorgang wird dann wesentlich kurzzeitiger als die Dauer des ganzen Stoßes.

wendeten Metalle Kupfer und Silber stark mit steigender Temperatur ab, und zwar stetig bis zum Schmelzpunkt, wo sie nach einer Unstetigkeitsstelle weiter abnimmt und am Verdampfungspunkt auf Null gesunken ist. Der Metallampf ist nun zunächst nichtleitend, bis er bei weiterer Temperaturerhöhung über etwa 3600 °C wieder leitend wird, wobei das Leitvermögen der glühenden Gasstrecke mit der Temperatur sehr stark anwächst³⁾.

Nach dem Ansprechen der Zündfunkenstrecke steigt der Strom anfangs so an, wie er ohne einen Schmelzvorgang verlaufen würde — bei den Widerstandsverhältnissen der verwendeten Stoßanlage als Schwingung —, dann aber geht der Anstieg langsamer vor sich, weil durch die Temperaturerhöhung bis zum Schmelzpunkt der Draht seinen Widerstand um etwa 400 % erhöht und damit der Gesamtverstand des Entladekreises geändert wird. Erreicht der Draht seine Schmelztemperatur, so zeigt sich eine Unstetigkeit im Stromverlauf, die den Übergang in den flüssigen Zustand angibt. Die jetzt folgende Stromabnahme wird dadurch erzwungen, daß das Metall durch weitere Energiezufuhr verdampft und damit seine Leitfähigkeit verliert. Ohne Schmelz- und Verdampfungsvorgang würde der Strom noch weiter ansteigen, da die Zeit zum Schmelzen kleiner ist als eine Viertelperiode der Schwingung des Entladekreises, in welcher der Strom seinen Scheitelwert erreicht. Es handelt sich hier um einen Löschvorgang als Folge der außerordentlich kurzen Verdampfungszeit, hervorgerufen durch die in etwa 1 bis 2 μ s zugeführte Energie bei einer Stromdichte von mehr als 100 000 A/mm². Die im Oszillogramm sichtbare negative Stromspitze rührt von einer anderen Erscheinung her, die mit dem Verdampfungsvorgang selbst nichts zu tun hat. Darauf soll in einer späteren Arbeit näher eingegangen werden.

Für zwei Durchmesser von Sicherungsdrähten ergibt die Auswertung der Stromoszillogramme folgende Werte:

¹⁾ Läßle, ETZ 58 (1937) S. 369 u. 426. VDE-Pachberichte 6 (1934) S. 72.

²⁾ Wie Fußnote 1, ferner Liemont u. de Vrient, Z. Phys. 93 (1935) S. 100; 98 (1936) S. 133. Dühne, Elektrizitätswirtsch. 30 (1931) S. 361.

³⁾ O. Mayr, ETZ 53 (1934) S. 757.

Für einen Drahtdurchmesser von 0,12 mm ist die Schmelzzeit 0,7 μ s, die Dauer der Verdampfung, d. h. die Sperrzeit, 1,0 μ s. Der Stromhöchstwert während der Schmelzzeit beträgt 5300 A. Bei einem anderen Schmelzdraht von 0,22 mm Dmr. beträgt die Schmelzzeit 2 μ s, die Sperrzeit 1,4 μ s. Der Höchststrom ist 12 000 A. Daraus ergibt sich eine mittlere Stromänderungsgeschwindigkeit von 8500 A/ μ s während der Löszeit.

Es ist nicht überraschend, daß bei einer derartig steilen Stromabnahme während der Löszeit Überspannungen auftreten. Infolge der großen Stromänderungsgeschwindigkeit bei dem durch Stoßbeanspruchung verdampfenden Leiter sind diese Überspannungen sehr erheblich trotz der geringen Induktivität des Stromkreises. Für den oben angegebenen Versuchsdraht von 0,22 mm Dmr. ergab sich eine Überspannungsspitze von 20 kV, d. i. der fünffache Wert der Spannung am Abschaltlichtbogen zu Beginn der Löszeit. Das Oszillogramm Abb. 3 gibt den Verlauf der Spannung an der Schmelzstrecke für diesen Versuchsdraht wieder.

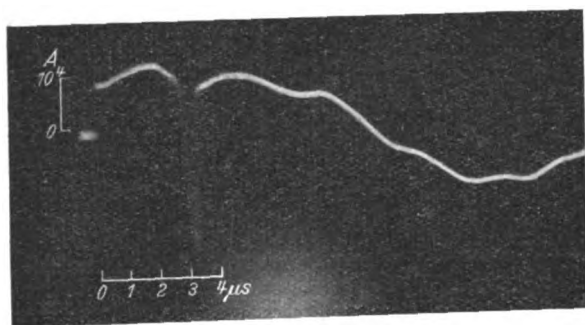


Abb. 4. Stromverlauf für einen Abschaltvorgang bei Stoß mit nachträglicher Wiederzündung.

Die Höhe der Spannungsspitze und ihre Steilheit bis zu 40 kV/ μ s sind wichtig für die Vorgänge an der Schmelzstrecke während oder nach Beendigung des Verdampfungsvorganges. Reicht die Höhe der Überspannung aus, die durch die Metallverdampfung isolierend gewordene Strecke zu durchbrechen, so tritt ein normaler Funkenüberschlag ein, durch den die übrig gebliebene und nicht zum Schmelzen und Verdampfen des Drahtes verbrauchte Kondensatorladung abfließt. Maßgebend ist

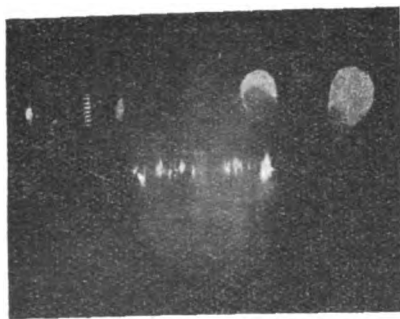


Abb. 5. Verdampfen eines Sicherungsdrahtes.

dabei nicht nur die Höhe der Überspannung, sondern auch die Geschwindigkeit des Spannungsanstieges, insbesondere dann, wenn die Durchbruchfestigkeit der Trennstrecke langsamer ansteigt als die Überspannung.

Abb. 4 zeigt das Oszillogramm eines Stromverlaufes für einen Schmelzvorgang mit nachträglicher Kondensatorentladung. Von entscheidendem Einfluß ist die Länge der Schmelzstrecke auf die Wiederzündung nicht nur deshalb, weil durch eine längere Schmelzstrecke die Schlagweite nach Verdampfen des Sicherungsdrahtes vergrößert wird, sondern auch, weil die zu seiner Verdampfung not-

wendige Energie steigt und damit die Restspannung der Stoßenergie kleiner wird.

Besondere Beachtung verdienen die äußeren Wirkungen der Verdampfung bei den verschiedenen Anordnungen des Drahtes in Luft, Hartpapier und Quarzsand, die sich aus dem raschen Verlauf des Vorganges erklären. Durch die Ausdehnung des Drahtes bei der Umwandlung in

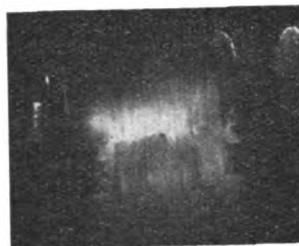


Abb. 6. Verdampfen eines Sicherungsdrahtes bei großer Energie.

Dampf auf das Mehrtausendfache seines Rauminhaltes innerhalb von Mikrosekunden geht die Verdampfung mit einem schubartigen Knall vor sich. Ein Kartonblatt von 0,3 mm Dicke, das man an den frei ausgespannten Versuchsdraht anlegt, wird durchgeschnitten. Die mechanischen Wirkungen auf das Blatt sind so groß, daß es an der Trennstelle in seine einzelnen Papierblätter zerspalten wird. Dabei ist keinerlei Brandspur durch den Lichtbogen zu bemerken. Auf dem Kartonblatt bildet sich ein gelbgrüner Niederschlag, der deutlich die Art erkennen läßt, wie an vielen Stellen beim Übergang vom Schmelzen zum Verdampfen die Verdampfungsstoffe in radialer Richtung auseinanderspritzen.

Die gleichen Bilder zeigen auch die photographischen Aufnahmen Abb. 5 und 6 von Schmelzvorgängen. Hierbei ist nur die zum Schmelzen und Verdampfen notwendige Energie durch die Versuchsstrecke geflossen, aber nicht die Restladung des Kondensators. Den gleichen Vorgang, aber mit Wiederzündung und Nachfließen der gesamten



Abb. 7. Verdampfen eines Sicherungsdrahtes mit nachfolgendem Funkenüberschlag.

Kondensatorladung durch einen Funkenüberschlag zeigt Abb. 7. Deutlich ist der Schmelzvorgang vom Funkenüberschlag zu unterscheiden; dieser stellte sich unterhalb der Schmelzstrecke ein, weil hier die Klemmenecken etwas geringeren Überschlagsweg boten. Will man an der Schmelzstrecke nur den Schmelzvorgang selbst haben, wenn infolge zu kurzer Schmelzstrecke oder zu großer Überspannung die Trennstrecke überschlägt, so kann man den Durchbruch an einer parallel geschalteten Funkenstrecke entsprechen-

der Schlagweite außerhalb der Schmelzstrecke erfolgen lassen.

Bei den in Quarzsand und Porzellan eingeschlossenen Schmelzleitern treten nach außen so lange keine Wirkungen in Erscheinung, als keine Wiederzündung erfolgt, d. h. so lange nur die zum Schmelzen und Verdampfen erforderliche Energie umgesetzt wird und die Abschaltung damit vollzogen ist. Dieses ist für eine bestimmte Spannung bei hinreichender Länge der Fall. Der Quarzsand ist teilweise zu einem Röhrenchen zusammengesintert, das den Metaldampf aufgesogen hat.

Wird aber durch die Überspannungsspitze, die fast so hoch ist wie wenn der Leiter in Luft ausgespannt wäre, eine Wiederzündung eingeleitet, so zersprengt die nachfolgende Energie der Stoßwelle die Porzellanhülle mit mehr oder weniger großer Heftigkeit, je nach der Größe der umgesetzten Energie, die nach erfolgter Wiederzündung in dem Porzellanrohr wirksam wird. Dabei wird die

Innenfläche des Porzellanrohres, in dem sich der Quarzsand mit dem Schmelzdraht befindet, metallisiert. Das sonst vom Sinterrohrchen aufgesogene Metall bildet auf der Wandung einen Niederschlag und läßt so für höhere Spannungen eine leitende Brücke zustande kommen. In manchen Fällen ist auch die Bruchfläche des Porzellanscherbens metallisiert, ein Beweis, daß die Zertrümmerung in der gleichen Zeit wie das Verdampfen des von dem Sinterrohrchen aufgesaugten Metalls vor sich geht. Die Schmelzleiter in Hartpapierrohr verhalten sich hinsichtlich der mechanischen Beanspruchung viel günstiger, weil hier an den offenen Enden für den hohen Überdruck eine Ausgleichsmöglichkeit geschaffen ist; nur bei besonders starken Entladungen wird das Hartpapierrohr in der Längsrichtung aufgerissen. Die Löschwirkung ist ebenso gut wie bei Einbettung in Quarzsand.

Versuche mit Stufenschmelzleitern, die aus zwei hintereinandergeschalteten Schmelzleitern verschiedenen Querschnittes bestehen, haben ergeben, daß nur beim Abschaltvorgang in Luft im Spannungs- und Stromoszillogramm deutlich ein Nacheinander von zwei einzelnen Vorgängen zu erkennen ist. Die beiden Überspannungsspitzen sind dabei fast ebenso groß wie ohne Stufenschmelzleiter. Bei gleichem Drahtquerschnitt, aber in Quarzsand und Porzellanrohr eingeschlossen, geht der Abschaltvorgang nicht in zwei Stufen, sondern ähnlich vor sich, als wenn

der eine Draht des kleineren Durchmessers allein vorhanden wäre.

Die Ergebnisse der Untersuchungen stimmen mit den Erfahrungen überein, die mit den verschiedenen Arten von Schmelzsicherungen in Hochspannungsanlagen gemacht wurden. Weiterhin haben sich noch eine Reihe von Erscheinungen gezeigt, insbesondere bei der Wiederrzündung der Schmelzstrecke infolge der kurzzeitigen Schmelz- und Verdampfungsvorgänge, über die Untersuchungen noch im Gange sind.

Zusammenfassung.

Schmelzvorgänge bei elektrischen Stoßbeanspruchungen zeigen beachtenswerte elektrische und mechanische Wirkungen, wenn die Energie des Stoßes größer ist als zum Schmelzen und Verdampfen eines Drahtes erforderlich. Es ergeben sich Schmelz- und Verdampfungszeiten von Bruchteilen einer Mikrosekunde bis zu einigen Mikrosekunden. Die hohen Stromänderungsgeschwindigkeiten haben große und steile Abschaltüberspannungen zur Folge, die die Vorgänge während und nach der Verdampfung beeinflussen. Der große Energieumsatz in der Schmelzstrecke in so kurzer Zeit läßt auch starke mechanische Wirkungen in Erscheinung treten. Die durchgeführten Versuche zeigen Ergebnisse, die in engem Zusammenhang stehen mit den Beobachtungen, die man mit Hochspannungssicherungen bei Blitzschlägen gemacht hat.

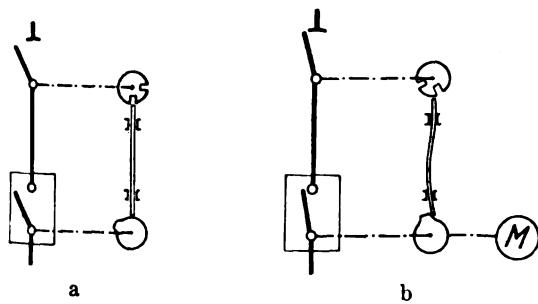
Schaltfehlerschutz.

Von J. Eisert VDE, Berlin.

621. 316. 5. 067

Übersicht. Die Anwendung von Verriegelungen als Schutz gegen Fehlschaltungen in Hochspannungsanlagen ist bekannt. Die meisten der bekannten Verriegelungsarten bieten jedoch nur einen beschränkten Schutz. Nach einem kurzen Überblick über die Entwicklung und einem Hinweis auf eine bisher vernachlässigte Fehlschaltmöglichkeit wird ein neuartiger Schaltfehlerschutz beschrieben, der Trenn- und Leistungsschalter eines Abzweiges gegen jede Fehlschaltung schützt und auch dann voll wirksam ist, wenn ein Schalter in einer Zwischenstellung stehen blieb.

Allgemeines. — In den letzten Jahren sind ungewöhnlich viele Hochspannungsschaltanlagen neu erstellt worden, so daß wohl kaum überall hinreichend erfahrenes Personal für ihre Bedienung eingesetzt werden konnte.

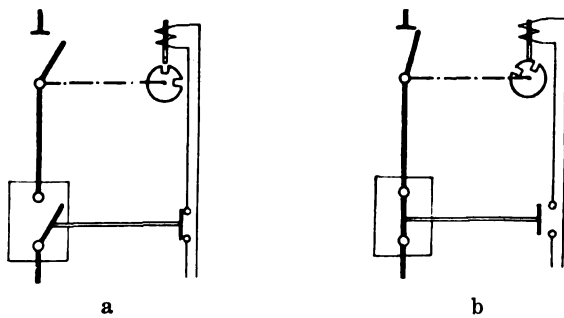


a Grundform b Betriebsstörung infolge einer unvollständigen Schaltanordnung am Trennschalter

Abb. 1. Mechanische Trennschalterverriegelung.

Unter diesem Gesichtspunkt betrachtet ist die Wahrscheinlichkeit für eine Fehlschaltung heute größer als früher. Schon früher war aber der Hundertsatz der auf Schaltfehler zurückzuführenden Betriebsstörungen, mit denen ja manchmal auch Unglücksfälle verbunden sind, nicht unerheblich¹⁾. Bedenkt man weiter, wie sehr heute viele Zweige der Wirtschaft von der ununterbrochenen

Stromlieferung abhängig sind, so ist die Verwendung von Schutzeinrichtungen gegen Schaltfehler in doppelter Hinsicht begründet und der entsprechende Aufwand gerechtfertigt.



a Grundform b Versager bei unvollständig eingeschaltetem Trennschalter

Abb. 2. Elektrische Verriegelung durch Sperrmagnet.

Entwicklung. — Zum Schutze gegen Schaltfehler werden schon seit vielen Jahren in Hochspannungsschaltanlagen mechanische Trennschalterverriegelungen nach Abb. 1 a verwendet. Der Leistungsschalter schiebt bei seiner Einschaltung durch eine Nockenscheibe einen Riegel in die Aussparungen einer Sperrscheibe auf der Trennschalterwelle und verhindert dadurch das Schalten des Trennschalters bei geschlossenem Leistungsschalter. Ist jedoch der Leistungsschalter z. B. elektromotorisch fernbetätigt, so würgt er nach Abb. 1 b bei unvollständig eingeschaltetem Trennschalter den Riegel gegen den nicht ausgesparten Teil der Sperrscheibe und verursacht unter Umständen eine Betriebsstörung. Die Anwendung solcher mechanischen Verriegelungen ist daher im allgemeinen auf Trennschalter mit Handantrieb beschränkt.

Die in Abb. 2 a veranschaulichte elektrische Verriegelung durch Sperrmagnet entstand, als die in der Spannung und Leistung vergrößerten Anlagen allmählich zu Bauarten und Abständen zwischen den Schaltern führten,

¹⁾ J. Söhler, VDE-Fachber. 6 (1934) S. 67.

für die sich Gestängeübertragungen nicht mehr eignen. Die Schaltung wird gewöhnlich für Ruhestrom ausgeführt, damit nicht durch Fehler im Verriegelungsstromkreis (z. B. Leitungsbruch) ein an sich zu sperrender Schalter fälschlich freigegeben wird. Der Schutzwert dieser Verriegelungsart ist fraglich, weil entsprechend Abb. 2 b bei unvollständig eingeschaltetem Trennschalter das Sperrglied nach dem Einschalten des Leistungsschalters nicht in Eingriff kommt, so daß in diesem Fall die Verriegelung unwirksam ist. Die sonstigen nachteiligen Eigenschaften (unabhängige Stromquelle, Stromver-

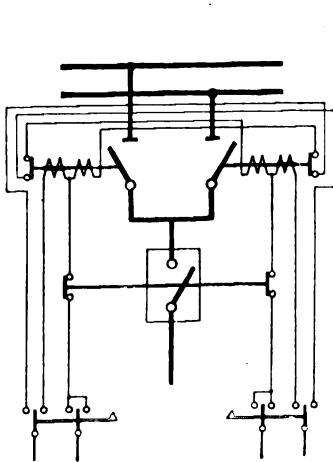


Abb. 3. Grundform der elektrischen Trennschalterverriegelung.

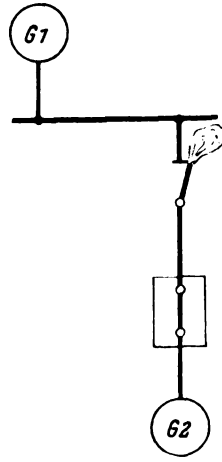


Abb. 4. Betriebsstörung durch Lichtbogen infolge Funkenüberschlages an den noch etwas geöffneten Trennschalterkontakten bei nachfolgendem Einschalten des Leistungsschalters.

brauch, unsicherer Betrieb in Freiluftanlagen) können unerörtert bleiben.

Die weitere Entwicklung führte zur rein elektrischen Verriegelung²⁾. Eine viel verwendete Schaltform ist in Abb. 3 wiedergegeben. Hier sind die Betätigungsstromkreise so geschaltet, daß nur bei entsprechender Stellung des Leistungsschalters ein Steuerbefehl zum Trennschalter durchkommt. Elektrische Verriegelungen setzen stets elektrische Mittelsglieder voraus, verwickeln also den Aufbau zumindest bei Schaltanlagen, die ganz oder weitgehend mit örtlich zu betätigenden, also nicht elektrisch ferngesteuerten Schaltern ausgerüstet sind. Sie sind meistens unwirksam, wenn die Schalter ohne die elektrische Steuerung geschaltet werden müssen. Unerläßliche Vorbedingung sind genau arbeitende Meldeschalter, eine Forderung, die besonders bei höheren Spannungen und Freiluftschaltern schwierig zu erfüllen ist³⁾. Der entscheidende Nachteil elektrischer Verriegelungen ist in ihrem falschen Verhalten bei Gesellschafts- und Kurzschlüssen zu erblicken. Hiergegen hilft die zweipolige Unterbrechung der Abhängigkeitsstromkreise bei gleichzeitig dauernder Überwachung des Isolationszustandes. — Neben diesen drei Grundformen sind zahlreiche Verriegelungsvorschläge gemacht worden, die fast durchweg nur als Abwandlungen der erwähnten Bauarten gewertet werden können; die Beseitigung der hervorgehobenen grundsätzlichen Schwächen scheint bisher nicht befriedigend gelungen.

Die vorstehende Übersicht kann nicht abgeschlossen werden ohne den Hinweis auf einen wichtigen Entwicklungsvorgang auf dem Schaltanlagengebiet, der, wie sich inzwischen zeigte, auch einen bedeutenden Einfluß auf die

weitere Entwicklung des Schaltfehlerschutzes ausübte. Es handelt sich um die erst vor wenigen Jahren erfolgte Einführung der Druckluft als Antriebsmittel für Trennschalter. Der Druckluft-Schalterantrieb, vor allem der unmittelbar am Trennschalter angebaute Druckluftantrieb, hat sich ungeahnt rasch auf dem gesamten Schaltanlagengebiet ausgebreitet und kann heute als die weitaus überwiegende Antriebsform bezeichnet werden⁴⁾. Daher lag es bis zu einem gewissen Grade nahe, den Schaltfehlerschutz unter dem Gesichtswinkel der vorherrschenden Stellung des Druckluftantriebes zu untersuchen. Als Ergebnis dieser Arbeit entstand ein neues Gerät, das nachstehend beschrieben ist. Zuvor aber soll noch auf eine beachtenswerte Fehlschaltmöglichkeit hingewiesen werden, die — soweit dem Verfasser bekannt — in den zahlreichen und zum Teil sehr ausführlichen Abhandlungen über Schaltfehler-Schutzeinrichtungen bisher vollständig vernachlässigt wurde. Wird nämlich entsprechend Abb. 4 ein Trennschalter unvollständig eingeschaltet (z. B. infolge Vereisung in Freiluftanlagen oder durch Unachtsamkeit), und zwar derart, daß die Luftstrecke zwischen seinen Kontakten nicht mehr die Spannung aushält, so kann beim nachfolgenden Einschalten des Leistungsschalters durch einen Funkenüberschlag ein Lichtbogen entstehen. Ebenso kann das Entkuppeln zweier Sammelschienen durch den dafür vorgesehenen Leistungsschalter (Kuppelschalter) einen Lichtbogen verursachen, wenn z. B. beim Sammelschienenwechsel in einem beliebigen Abzweig ein Sammelschienen-Trennschalter in Zwischenstellung stehen blieb. Man beachte, daß in diesem Falle das Betätigen des Leistungsschalters, der nach landläufiger Meinung stets freischaltbar sein kann, eine Betriebsstörung verursacht, die genau derjenigen beim Lastabschalten mit einem Trennschalter entspricht. Eine vollkommene Schaltfehler-Schutzeinrichtung muß den Leistungsschalter sperren, solange einer der beteiligten Trennschalter seine ordnungsgemäße Endstellung nicht erreicht hat. Anordnungen, welche die eben dargelegten Zusammenhänge nicht berücksichtigen, erschöpfen nicht den Begriff Schaltfehlerschutz und können mit Recht nur die Bezeichnung Trennschalterverriegelung beanspruchen.

Druckluftbetätigter mechanischer Schaltfehlerschutz. — Das neue Schaltfehlerschutzgerät (Abb. 5) setzt druckluftbetätigte Schalter voraus. Unter dieser einzigen Einschränkung, die aber bei der heute vorwiegenden Verwendung druckluftbetätigter Schalter keine Bedeutung hat, ist es allgemein brauchbar. Seine Anwendung ist von der Bauart und den Abmessungen der Schaltanlage unabhängig. Ebenso ist ohne Belang, ob die Schalter elektrisch gesteuert sind oder nicht. Unvollständig ausgeführte Schalthanlungen beeinträchtigen seine Schutzwirkung nicht, weil alle anderen zum gleichen Abzweig gehörenden Schalter bis zur Wiederherstellung einer ordnungsgemäßen Betriebsstellung gesperrt sind.

In dem Gerät sind die Betätigungen aller Schalter eines Abzweiges zusammengefaßt. Die Betätigungseinrichtungen (Ein- und Aus-Ventile) sind je Schalter einheitlich, wie die Glieder eines Warmwasserheizkörpers, zu einem baulichen Ganzen vereinigt. Jedem Schalter ist in dem Gerät ein Sperrglied (Riegel) zugeordnet, das selbsttätig entsprechend den maßgeblichen Stellungsänderungen verstellt wird. Alle Sperrglieder sind zu einem zusammenwirkenden Satz ähnlich wie die Zuhaltungen eines Sicherheitsschlusses vereinigt. Sie sind mit Ausschnitten versehen, die je nachdem, ob sie sich decken oder nicht, die Betätigung der Druckluftventile freigeben oder sperren. Da die Sperrglieder zwischen Ventil und Betätigungsteil (Druckknopf, Elektromagnet) eingeordnet sind, so ist ihre Sperrwirkung unabhängig davon, ob die Ventile unmittelbar von Hand oder elektrisch aus der Ferne betätigt werden. Die Fernsteuerschaltung einer mit solchen

²⁾ G. Meiners, AEG-Mitt. August 1936, S. 284.

³⁾ Elektrische Verriegelungsschaltungen vor allem bei Mehrfach-Sammelschienenensystemen sind nur an Hand des Ausführungsschaltplanes möglich, der das Leitungsbild getreu den örtlichen Verhältnissen wiedergibt. Die Frage der etwa erforderlichen Außerbetriebsetzung einzelner Verriegelungsbezirke für Notfälle oder nicht vorherzusehende Betriebsvorkommnisse verdient hierbei besondere Beachtung.

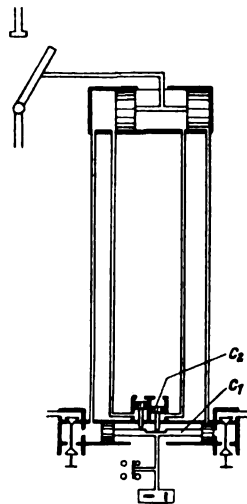
⁴⁾ J. Sihler, ETZ 54 (1933) S. 1237. — Z. VDI 77 (1933) S. 1121.

Geräten ausgerüsteten Anlage ist folglich die gleiche wie bisher bei einer unverriegelten Anlage; sie kann daher auch später ohne Änderung der Verriegelung hinzugefügt werden, wenn es die Verhältnisse erfordern.

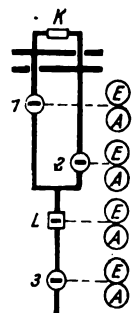
Das wichtigste Glied im Aufbau des Gerätes ist der druckluftbetätigte Rückmelder, der jedem Trennschalter in genau gleicher Ausführung zugeordnet ist. Er gibt jeweils die drei für den Schaltfehlerschutz wesentlichen Stellungen „Aus“, „Störstellung“ (Zwischenstellung),

Druckluftrückmelder hindurch, dessen Rückmeldekolben c_1 sich bereits vor Beginn der Beaufschlagung des Trennschalter-Antriebskolbens in die Mittelstellung bewegt, wo er durch zwei Klappen vorerst festgehalten wird. Mit dem Rückmeldekolben ist ein Meldeschild verbunden, das hierbei die „Störstellung“ anzeigt. Erst in der Endstellung des Trennschalters wird die Verklüpfung des Kolbens durch kleine druckluftbetätigte Entklüpfungskolben c_2 auf-

gehoben, so daß sich nunmehr der Rückmeldekolben in seine Endstellung bewegt und das Meldeschild die Ein- oder Ausschaltstellung einnimmt.



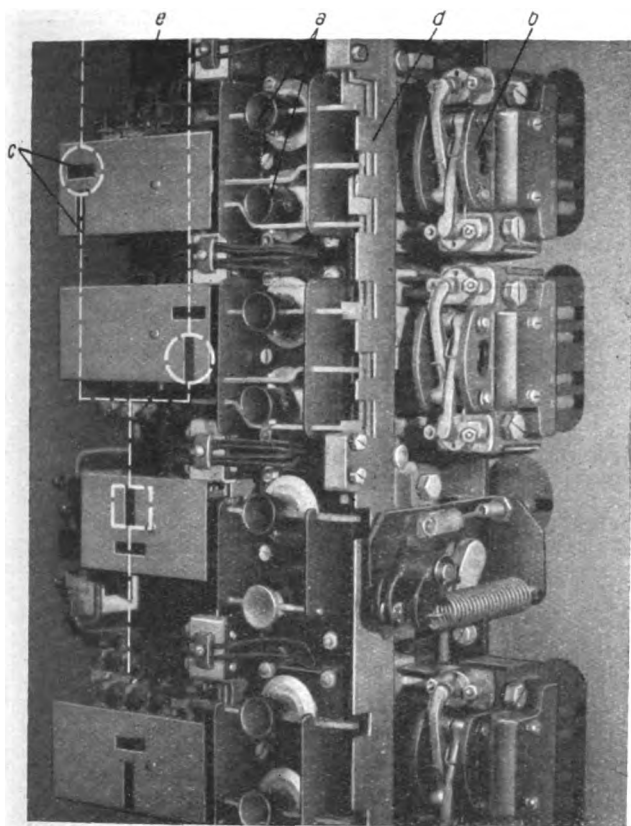
c_1 Rückmeldekolben
 c_2 Entklüpfungskolben



1 ... 3 Trennschalter
L Leistungsschalter
K Kuppelschalter

Abb. 6. Grundschriftbild der Druckluft-Schaltung und -Rückmeldung.

Abb. 7. Abdeckung mit Blindschaltbild des elektrischen Teils.



a Druckknopfpaar für Ein- und Aus-Ventil
b Rückmelder
c Kennmarkenpaar zur Stellungenanzeige im Blindschaltbild
d Riegelsatz
e Meldeschalter

Abb. 5. Teilansicht des Gerätes ohne Abdeckung; Blindschaltbild der Abdeckung einpunktirt.

„Ein“ eines Schalters unverzüglich und mit ungewöhnlich großer Genauigkeit wieder und überträgt sie unmittelbar auf den zugehörigen Riegel. Trotz seiner kleinen Abmessungen entwickelt dieser Rückmelder bei dem für die Schalterbetätigung üblichen Betriebsdruck von rd. 4 at die sehr hohe Verstellkraft von rd. 15 kg in beiden Richtungen. Gleich starke Elektromagnete müßten Abmessungen erhalten, die für die hier vorgenommene Zusammenfassung der Schalterbetätigung eines Abzweiges unmöglich sind. Mit der Druckluft, die heute so gut wie allgemein für die Schalterbetätigung eingeführt ist, kommt man zudem ohne eine Akkumulatorenbatterie für den Betrieb der Verriegelungsglieder aus. Im übrigen ist die Druckluft für die in Frage kommenden praktischen Verhältnisse in bezug auf Unabhängigkeit von Länge und Verlauf des Übertragungsweges der Elektrizität vollkommen gleichwertig; da die Druckluftübertragung weder Berührungsgefahren noch Störungsmöglichkeiten durch Erd- oder Kurzschlüsse ausgesetzt ist, so kann man sie in dieser Beziehung der Elektrizität sogar als überlegen betrachten.

In Abb. 6 ist das Grundschriftbild eines Druckluftantriebes mit druckluftbetätigter Rückmeldung der Schalterstellung dargestellt, wie sie in dem neuen Gerät Anwendung findet. Bei Betätigung der Ventile „Ein“ (rechts) oder „Aus“ wird der Trennschalter durch Druckluft ein- oder ausgeschaltet. Die Druckluft strömt hierbei durch den

Dies mechanische Rückmeldeverfahren hat viele Vorteile. Die Übertragung arbeitet ohne Gestänge, ist also praktisch unabhängig vom Aufbau der Anlage und von Witterungseinflüssen, z. B. in Freiluftanlagen. Der Doppelkolben, das Arbeitsglied des Trennschalters, ist zugleich das Steuerglied für die Rückmeldung der Betriebsstellungen und damit auch für die Riegelverstellung. Seine unübertreffliche Einfachheit und Robustheit verbürgt eine praktisch vollkommene und zeitlich unbegrenzte Betriebssicherheit auf der Geberseite. Das Steuerglied erfordert weder Einstellung noch Wartung und kann daher unbedenklich (im Gegensatz zu Meldeschaltern bei elektrischer Verriegelung) an schwer zugänglichen oder hochspannungsgefährdeten Stellen, z. B. unmittelbar an den Trennschaltersockeln, angeordnet werden. Im Bereich der Hochspannung befinden sich keine dauernd unter Druck stehenden Leitungen oder Ventile, die bei einer Zerstörung im elektrischen Teil die Druckluftversorgung für die übrige Anlage lahmlegen könnten. Die Rückmeldung als solche verursacht keinen Pfennig Betriebskosten, da die dem Antrieb zugeleitete Druckluft im Anschluß an die Schalterbetätigung den Rückmeldevorgang besorgt.

Infolge der schon erwähnten großen Verstellkraft und hohen Meldegenauigkeit des druckluftbetätigten Rückmelders kann dieser auch zum Antrieb von Meldeschaltern mitbenutzt werden. Solche Meldeschalter sind auch während des Betriebes außerhalb des Hochspannungsbereichs der Schaltanlage bestens zugänglich und ermöglichen besonders bei den Anlagen für höhere Spannungen erhebliche Einsparungen an Hilfsleitungen und Kosten für ihre Verlegung.

Der durch den Riegelsatz des Gerätes bewirkte Schaltfehlerschutz erfüllt für einen üblichen Schaltanlagenabzweig mit Doppelsammelschienen nach Abb. 7 folgende Schutzbedingungen:

1. Die Trennschalter 1, 2 oder 3 können nur bei offenem Leistungsschalter L betätigt werden (Schutz gegen Schalten der Trennschalter unter Last).
2. Die Trennschalter 1 und 2 sind wechselseitig gesperrt, so daß nach dem Betätigen des einen Trennschalters der zweite Trennschalter nicht mehr be-

tätigt werden kann, auch wenn der erste nur teilweise eingeschaltet wurde (Schutz gegen Kurzschluß der Sammelschienensysteme bei der Trennschalterbetätigung).

3. In Zwischenstellungen („Störstellung“) der Trennschalter 1, 2 oder 3 kann der Leistungsschalter nicht zugeschaltet werden (Schutz gegen Lichtbogenschäden durch Funkenüberschlag an den Trennschalterkontakten).
4. Im eingeschalteten Zustand des an beliebiger Stelle angeordneten Sammelschienen-Kuppelschalters *K* kann der bis dahin offene zweite Sammelschienen-Trennschalter zugeschaltet werden. Sodann ist die Ausschaltung eines der beiden Sammelschienen-Trennschalter freigegeben. Sofort nach der Abgabe des Ausschaltbefehls an den einen Sammelschienen-Trennschalter ist der noch eingeschaltete andere Sammelschienen-Trennschalter entsprechend Bedingung 1 erneut gegen Betätigung gesperrt (sichert gefahrlosen Sammelschienenwechsel ohne Betriebsunterbrechung).

Mit diesen Bedingungen werden die Schutzanforderungen praktisch restlos erfüllt. Selbstverständlich können mit dem neuen Gerät auch andere im Schaltanlagenbau vorkommende Verriegelungsaufgaben erfüllt werden, wie z. B. für im Zug der Sammelschienen angeordnete Trennschalter. Für ganz außerhalb der Regel liegende seltene Fälle oder praktische Vorkommnisse, z. B. für den an sich unwahrscheinlichen Fall einer Störung im Gerät, kann mittels eines in Händen der verantwortlichen Betriebsleitung befindlichen Schlüssels der Riegelsatz vorübergehend wirkungslos gemacht werden. Der Aufbau des Gerätes läßt es auch zu, dieses zunächst nur mit den Einrichtungen für die Schalterbetätigung auszurüsten und zu einem späteren Zeitpunkt die druckluftbetätigte Rückmeldung nebst Schaltfehlerschutz hinzuzufügen.

Zum Schluß sei noch auf eine bemerkenswerte Weiterentwicklung des Gerätes hingewiesen. Es ist manchmal recht schwierig, den spannungsfreien Zustand eines Anlageteils, in welchem gearbeitet werden soll, wirklich verläßlich herzustellen und aufrechtzuerhalten. Für diese Fälle kann der druckluftbetätigte Schaltfehlerschutz mit einer Schlüsselverriegelung vereinigt werden derart, daß ein bestimmter nur zu den Türschlössern der von dem Gerät überwachten Räume (z. B. Drosselspulenraum, Transformatorenraum, Leistungsschalterzelle) passender Schlüssel durch die Riegel so lange verhaftet ist, bis alle den spannungsfreien Zustand verbürgenden Schalthandlungen ordnungsgemäß durchgeführt sind. Hernach kann der Schlüssel dem Gerät entnommen werden, wodurch aber zugleich am Gerät die Betätigung der den spannungsfreien Zustand sicherstellenden Schalter gesperrt ist. Mit dem freigemachten Schlüssel können nun die überwachten Räume geöffnet und betreten werden. Die Schlösser dieser Räume sind so ausgeführt, daß bei offener Tür das Schloß nicht betätigt und der Schlüssel nur nach ordnungsgemäßem Wiederverschließen der Tür abgezogen werden kann. Die Wiederinbetriebnahme des betreffenden Anlageteils setzt die Wiedereinführung des Kontrollschlüssels am Schaltfehlerschutzgerät voraus.

Zusammenfassung.

Ungeschultes Personal und gesteigerte Anforderungen hinsichtlich störungsfreier Energielieferung rechtfertigen heute Schaltfehlerschutzeinrichtungen. Den Anforderungen genügt ein neues Gerät, das mit Druckluft betrieben wird und druckluftbetätigte Schalter voraussetzt. Es faßt die Betätigungsventile je Schaltanlagenabzweig auf kleinen Raum zusammen. Ihre Betätigung steht unter der mechanischen Kontrolle eines Riegelsystems, das wie die Zuhaltungen eines Sicherheitsschlusses wirkt. Druckluftbetätigte Rückmelder verstellen die einzelnen Riegel entsprechend den Stellungsänderungen der Schalter; je

nach der Stellung der Riegel untereinander sind dann die Betätigungsventile frei oder gesperrt. Gleichzeitig zeigen die Rückmelder in einem Blindschaltbild am Gerät die Schalterstellung an. Sie können mit Meldeschaltern gekuppelt werden, die sehr genau arbeiten, außerhalb des Hochspannungsbereiches liegen und zu jeder Zeit ohne Gefahr zugänglich sind. Das Gerät kann auch benutzt werden, um das Betreten hochspannungsgefährdeter Räume nur nach Sicherstellung des spannungsfreien Zustandes zuzulassen.

Selbsttätige Aufzeichnung von Wechselstrom-Ortskurven.

681. 2. 087. 4 : 621. 3. 012. 1

Die komplexe Vektorrechnung und ihre geometrische Darstellungsform, die Ortskurventheorie¹⁾, haben sich für die Wechselstromtechnik als außerordentlich wertvoll erwiesen. Da jedoch die experimentelle Aufnahme von Ortskurven mit den bisher üblichen Verfahren (punktweise Messung) mühsam ist und hierbei manche Feinheiten im Verlaufe solcher Kurven verlorengehen können, hat M. Kron²⁾ ein neues Meßgerät zur photographischen Aufnahme von Vektoren und Ortskurven entwickelt. Bei diesem Gerät wird ein Lichtstrahl durch zwei mit Spiegeln versehene elektrodynamische Meßwerke (Wirk- und Blindleistungsmesser) in zueinander senkrechten Richtungen abgelenkt und auf eine Projektionsfläche (Mattscheibe oder lichtempfindliches Papier) geworfen, die hier als komplexe Gauß-Ebene zu betrachten ist. Die Vektoren und Ortskurven können dann entweder auf einem auf die Mattscheibe aufgelegten durchsichtigen Papier nach der Lage des Lichtpunktes nachgezeichnet oder auf dem lichtempfindlichen Papier selbsttätig aufgezeichnet werden.

Um die mit der Verwendung photographischer Hilfsmittel verbundenen Unbequemlichkeiten zu vermeiden und um eine Aufzeichnung von Wechselstrom-Ortskurven mit Tintenschrift zu ermöglichen, hat W. Geyger einen „Vektor-Tintenschreiber“ als Versuchsausführung geschaffen³⁾. Das Gerät eignet sich für wissenschaftliche und technische Messungen, insbesondere auch für Unterrichtszwecke, weil die darzustellenden Kurven bei ihrem Entstehen leicht verfolgt werden können und — im Gegensatz zu den mit optischen Mitteln arbeitenden Verfahren — mit Tintenschrift aufgenommen werden.

Der Vektor-Tintenschreiber besteht im wesentlichen aus einem komplexen Wechselstromkompensator mit zwei der Wirk- und Blindkomponente zugeordneten Schleifdrähten, deren Schleifkontakte durch zwei Nullmotoren⁴⁾ so gesteuert werden, daß der Nullzweig stromlos bleibt. Mit diesen Schleifkontakten sind die Antriebsvorrichtungen für die Schreibfeder und den von einer Vorratsrolle ablaufenden Papierstreifen mechanisch gekuppelt. Die Schreibfläche des Papierstreifens wird dann zur komplexen Gauß-Ebene, und der Einstellpunkt der Schreibfeder verkörpert die Spitze des abzubildenden Vektors. Bei Änderungen der Wechselstromgröße, deren Ortskurve aufgezeichnet werden soll, bewegen sich Schreibfeder und Papierstreifen in zueinander senkrechten Richtungen. Die Meßanordnung führt dann in jedem Augenblick den Kompensationszustand selbsttätig herbei, und die Schreibfeder zeichnet auf dem Papierstreifen die sich ergebende Ortskurve mit Tintenschrift auf.

Einige Anwendungsbeispiele (Messungen an einem Drehfeld-Phasenregler, an einer Phasenschieber-Brücke und an der Reihenschaltung eines ohmschen Widerstandes, einer festen Kapazität und einer stetig veränderbaren Induktivität) werden behandelt und die hierbei aufgenommenen Diagramme gezeigt. Das beschriebene Meßgerät kann auch ganz allgemein als Tinten-Koordinatenschreiber zum selbsttätigen Aufzeichnen des funktionellen Zusammenhangs zweier physikalischer (elektrischer oder nichtelektrischer) Größen, beispielsweise zur Aufnahme von Strom-Spannungs-Kennlinien und Wechselstrom-Hysteresis-schleifen benutzt werden. Ggr.

¹⁾ O. Bloch, Die Ortskurven der graphischen Wechselstromtechnik. Zürich: Rascher & Co. 1917; G. Hauffe, Die Ortskurven der Starkstromtechnik. Berlin: Julius Springer 1932; G. Oberdorfer, Die Ortskurventheorie der Wechselstromtechnik, München und Berlin: R. Oldenbourg 1934.

²⁾ M. Kron, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 28 (1937) S. 26.

³⁾ W. Geyger, Arch. techn. Messen J 036—5, Lfg. 76 (1937); 4 S., 11 Abb.

⁴⁾ W. Geyger, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) S. 842.

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 313. 322-82 (485) **Die Generatoren im Vargön-Kraftwerk Schweden.** — Die Anlage¹⁾ besteht aus zwei Generatoren: je 12000 kVA, $\cos \varphi$ 0,8, 10,5/11 kV, 46,9 U/min, Schwungmoment 12500 tm². Der eine Generator wurde als 50 Hz-, der andere als 25 Hz-Maschine gebaut. Die Umbaumöglichkeit von 25 Hz auf 50 Hz wurde zur Bedingung gemacht. Aus diesem Grunde wurden die Ständer mit gleicher Nutenzahl ausgeführt, die Ständerwicklung für 25 Hz hat drei Nuten je Pol und Phase und die für 50 Hz 1½ Nuten je Pol und Phase. Die Wicklung ist eine Faßwicklung mit verschränkten Leitern. Zur Umänderung der 25 Hz-Wicklung in eine für 50 Hz ist nur erforderlich, die Verbindung der Spulenenden zu ändern, um die verringerte Nutenteilung zu erzielen. Die Abmessungen der Leiter und ihre Verdrehung wurden auf der Basis der bei 50 Hz auftretenden zusätzlichen Verluste entworfen.

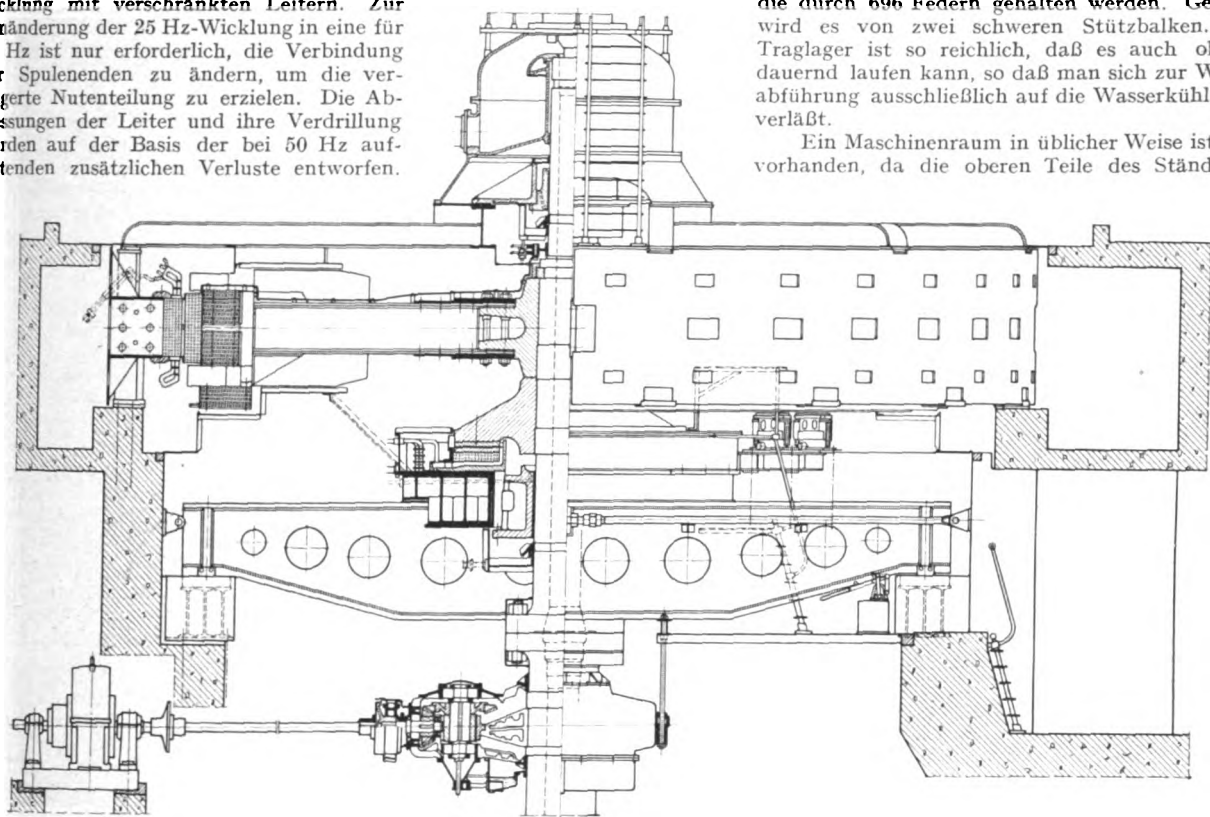


Abb. 1. Schnitt durch einen Generator des Vargön-Kraftwerkes.

Das Ständergehäuse ist aus Kesselblech geschweißt, der Außendurchmesser beträgt etwa 11,4 m. Der Läuferkörper ist aus gewalztem Blech gearbeitet, die Nabe ist aus Stahlguß. Der zwölfarmige Stern wird aus geschweißten Trägern gebildet, die mit der Nabe durch Schrauben verbunden sind und durch Scheiben aus Kesselblech zusammengehalten werden, siehe Abb. 1. Der Armstern trägt zwei Ringe aus 20 mm starken Kesselblechen, die aus einer Anzahl übergreifender Segmente bestehen und die durch zwei Reihen Schrauben zusammengehalten werden. Aus Transportrücksichten mußte der Läufer ring teilbar ausgeführt werden. Die Ringe sind für beide Generatoren die gleichen. Bei der 25 Hz-Maschine bleibt jeder zweite Schwalbenschwanz der Polbefestigung unbesetzt, das zusätzliche Schwungmoment wird ebenfalls durch einen Schwungring aus Kesselblech erzeugt. Der Läufer der 50 Hz-Maschine mit Schwungring und Traglager wiegt 232 t, der entsprechende Läufer der 25 Hz-Maschine 227 t, Gewicht der 7 m langen Welle mit Kuppelflansch 18,5 t.

Bei der 25 Hz-Maschine wurde der Pol mit Polschuh und Schwalbenschwanz als Einzelgußstück hergestellt, wobei der relativ große Luftspalt es ermöglichte, ohne lamellierte Polschuhe auszukommen. Bei der 50 Hz-Maschine mußten mit Rücksicht auf den kleinen Luftspalt die Polschuhe lamelliert

werden, damit die Polschuhverluste nicht zu stark anwachsen. Deshalb wurden bei dieser Ausführung Polschuh, Polkern und Schwalbenschwanz aus einem Stück gestanzt. Die Nutenoberwellen wurden durch Polschuhversetzung um ½ Nutenteilung in Gruppen innerhalb des Poles unterdrückt. Dämpferwicklung ist nicht vorhanden. Die Spannungskurven für die 25 und 50 Hz-Maschinen werden gezeigt. Die Erregerwicklung besteht aus Hochkantkupfer, die Maschine ist selbstgelüftet.

Das Traglager, das besonders bemerkenswert ist, wurde unterhalb des Läufers angeordnet. Die Gewichtsbelastung beträgt etwa 800 t, wovon der größere Teil auf den Wasserschub entfällt. Das Lager besteht aus 24 Segmenten, die durch 696 Federn gehalten werden. Getragen wird es von zwei schweren Stützbalken. Das Traglager ist so reichlich, daß es auch ohne Öl dauernd laufen kann, so daß man sich zur Wärmeabführung ausschließlich auf die Wasserkühlschlangen verläßt.

Ein Maschinenraum in üblicher Weise ist nicht vorhanden, da die oberen Teile des Ständers in

gleicher Höhe mit dem Dach der Anlage liegen und die Maschinen durch abnehmbare Blechgehäuse verdeckt sind. Die Kühlluft tritt unten in den Generator ein und entweicht nach der Kühlung des Generators durch die angebaute Blechhaube ins Freie.

Die Erregermaschine und ein Wechselstromhilfsgenerator, der den Synchronmotor für das Pendel des Kraftreglers speist, werden von der Hauptwelle mittels Übersetzung angetrieben. [T. Strömberg, Asea-J. (engl.), Oktober (1937) S. 142; 9 S., 15 Abb.] K/.

621. 311. 24. 004. 15 **Zur Frage des Gesamtwirkungsgrades der Windkraft-Elektrizitätswerke.** — Die Wirtschaftlichkeit der Windkraftwerke wird maßgebend beeinflusst durch den umstrittenen Gesamtwirkungsgrad. Einige Zahlen, die dem Plan der Errichtung eines 10 000 kW-Windkraftwerkes in Rußland (Krim) entstammen¹⁾, bieten eine Gelegenheit, etwas über den Gesamtwirkungsgrad derartiger großer Werke zu sagen, die Teilwirkungsgrade festzustellen und vergleichsweise eine kleine Anlage zu betrachten.

Die Gesamtleistung des russischen Werkes für 10 000 kW soll in zwei Maschinensätze mit Asynchrongeneratoren unterteilt werden. Für jeden dieser Sätze sind die folgenden Angaben gemacht:

¹⁾ Vgl. a. Otto Uitting, ETZ 58 (1937) S. 161, Abb. 7: Schnitt durch das Kraftwerk Vargön, und Abb. 8: Ansicht.

¹⁾ Elektrizitätsverw. 11 (1936/37) H. 4, S. 85.

1. Flügel	2. Generatoren
Durchmesser 80 m	Spannung 6 000 V
Drehzahl 20 U/min	Drehzahl 600 U/min
Windgeschwindigkeit 20,3 m/s	Leistung 5 000 kW
" 16,5 m/s	" 3 500 kW
" 6,0 m/s	Leerlauf

Die Flügelkraft wird auf den Generator wie folgt übertragen: Flügel, Hauptwelle, Kreuzgelenkkupplung, deren Scheiben hydraulisch aneinander gepreßt werden, Schleuderölpumpe (unmittelbarer Zusammenbau für 20 U/min) für 37 atü Preßöl zur Speisung eines Peltonrades für 600 U/min, das direkt mit dem Generator gekuppelt ist. — Für die Bestimmung der Windkraftausnutzung ergibt das in der Luftmasse m bei der Geschwindigkeit v_1 enthaltene Eingangsarbeitsvermögen

$$E = \frac{m}{2} v_1^2 \quad (1)$$

mit dem im Abwind (v_2) enthaltenen Verlust V , der der Gl. (1) entspricht, den Windkraftwirkungsgrad¹⁾:

$$\eta_w = \left(\frac{E - V}{E} \right) = 1 - \left(\frac{v_2}{v_1} \right)^2 \quad (2)$$

Auf Veranlassung des englischen Landwirtschaftsministers wurden in Oxford an einem deutschen Stromlinienflügel Messungen vorgenommen mit dem Ergebnis, daß der Windkraftwirkungsgrad 50% höher liegt²⁾ als bisher angenommen worden war. Formel (2) gibt hierfür erstmalig eine rechnerische Bestätigung. Eine einfache Umformung der Formel (1) ergibt unter Berücksichtigung der technischen Einheiten, wenn F die Flügelfläche in m^2 und der Gesamtwirkungsgrad η_G ist, die Luftleistung zu

$$L = 0,58 \cdot \frac{F}{10} \cdot \frac{v^3}{100} \eta_G \quad \text{in kW.} \quad (3)$$

Mit dieser Formel folgt aus den russischen Zahlen bei einer Windgeschwindigkeit von 16,5 bzw. 20,3 m/s ein Gesamtwirkungsgrad von $3\,500/13\,000 = 26,5\%$ bzw. $5\,000/24\,500 = 20,5\%$. Der Unterschied dürfte darin begründet sein, daß die Zentrifugalpumpe bei 16,5 m/s Wind ihren günstigsten Wirkungsgrad besitzt.

Die Bestimmung der Teilwirkungsgrade ist nur so möglich, daß in entgegengesetzter Richtung des Energiestromes gerechnet wird, da für Generator und Getriebe genügend praktische Zahlen vorliegen, während das für Flügel der hier vorgesehenen Größe von 80 m nicht der Fall ist. — Der Großkraftwerksbetrieb setzt eine konstante Frequenz und damit Drehzahl voraus, eine Bedingung, die mit Windflügeln nicht mit genügender Genauigkeit eingehalten werden kann. Die Russen wählten daher Asynchrongeneratoren, deren Wirkungsgrad zu 87% angenommen wird. Das Getriebe, bestehend aus Schleuderölpumpe in Verbindung mit einem Peltonrad, beide für 37 atü Preßöl, entspricht einer Wasserkraftanlage für 370 m Nettofälle, die gleichfalls Peltonräder erhalten würde, deren Wirkungsgrad hier wie für den Generator mit 87% angenommen werden kann. Rohrleitungen und Schleuderölpumpe sollen mit 90% bzw. wegen der ungewöhnlich niedrigen Drehzahl mit 60% eingesetzt werden. Der Summenwirkungsgrad des Getriebes beträgt also: $0,87 \cdot 0,9 \cdot 0,6 = 47\%$. Dann bleibt für die Flügel³⁾ ein Betrag von $0,205/0,47 \cdot 0,87 = 50\%$ (Wirkungsgrad der Gesamtanlage geteilt durch den des Getriebes und des Generators). Die Teilwirkungsgrade ergeben dann in der obigen Reihenfolge (Generator, Getriebe, Flügel) für den Gesamtwirkungsgrad der Anlage:

$$\eta_G = 0,87 \cdot (0,87 \cdot 0,6 \cdot 0,9) \cdot 0,5 = 20,5\%.$$

Anders liegen die Verhältnisse für kleinere Windkraftwerke. Betrachtet man beispielsweise eine Anlage für 2,7 kW, so ist zu berücksichtigen, daß ein wirtschaftlicher Betrieb nur dann möglich ist, wenn der Generator der stark schwankenden Windgeschwindigkeit angepaßt, d. h. mit veränderlicher Drehzahl vorgesehen wird. Hierfür kommt als Verhältnis der Grenzgeschwindigkeiten des Windes 1:3 in Frage, entsprechend einem Drehzahlbereich von etwa 700:2100. Der Wirkungs-

grad kann für normale Ausführung zu 80% angenommen werden. Der Verlust beträgt dann an der oberen Grenze etwa 700 W. Da die Leistung des Flügels mit der dritten Potenz der Windgeschwindigkeit abnimmt, so stehen für den Generator an der unteren Grenze nur noch $3,4/27 = 0,125$ kW zur Verfügung, während die Verluste etwa 0,360 kW betragen. Unter bestimmten Forderungen ist eine Type mit besonders geringen Verlusten zu wählen. Auf diesen Fall kann hier jedoch nicht näher eingegangen werden.

Das erforderliche Zahnradvorgelege kann mit 95% berücksichtigt werden und der Flügelwirkungsgrad ist für diese Anlage mit 70% einzusetzen. Man erhält dann als Gesamtwirkungsgrad: $\eta_G = 0,8 \cdot 0,95 \cdot 0,70 = 52\%$ an der oberen Drehzahlgrenze, gerechnet vom Windstrom zum elektrischen Strom, also einen wesentlich höheren Betrag als für die 10 000 kW-Anlage.

Wirtschaftlichkeit. Die Gegenüberstellung der kleinen und großen Anlage führt zu dem Schluß: Da die Wirtschaftlichkeit des Windmotors — sehr im Gegensatz zum Wärmemotor — von seiner Leistung nicht abhängt, so trifft das auch für die gesamte Windkraftanlage praktisch dann zu, wenn die Leistung in den Grenzen bleibt, die noch Zahnräder zulassen, da diese bei dem heutigen Stande der Technik so vollkommen ausgeführt werden können, daß nennenswerte Verluste nicht eintreten. Theoretisch ist die Windkraftausnutzung geklärt, praktisch jedoch nur im Gebiet der kleinen Anlagen. Daher scheint es dem Verfasser erforderlich, daß als Gegenstück zur russischen Versuchsanlage in der Krim, die bei 30 m Flügeldurchmesser nur 22% Wirkungsgrad ergab, etwa eine Repelleranlage nach Bilau gebaut wird, um nachzuweisen, daß ein Wirkungsgrad von 52% erreichbar ist. Die Haupteigenschaft des Windmotors, Unabhängigkeit von der Leistung, ergibt für uns als Lösung des Problems der Windkraftausnutzung die These: Nicht Vergrößerung, sondern Verbesserung der vorhandenen Windmotoren, Dezentralisierung, nicht Zentralisierung! E. Rogge VDE, Berlin.

Elektrische Maschinen.

621. 313. 13. 07-57 : 621. 34. 016. 1 **Der Anlaufvorgang bei elektromotorischen Antrieben.** — St. Hopferwieser behandelt den Anlauf von Elektromotoren, insbesondere von Drehstrom-Kurzschlußläufermotoren. Bei konstantem Beschleunigungsmoment M ist die Anlaufzeit t eines Motors mit dem Schwungmoment GD^2 bis zur Drehzahl n gegeben durch

$$t = 2,67 \frac{GD^2}{M} \frac{n}{1000}.$$

Die Anlaufzeit läßt sich natürlich auch leicht nomographisch ermitteln. In einem Schaubild sind für kleine vierpolige Drehstrom-Kurzschlußläufermotoren bis zu 50 kW das Schwungmoment und die Eigenanlaufzeit (Beschleunigungsmoment = 1,75faches Normalmoment) aufgeführt. Die Anlaufzeiten liegen alle unterhalb 0,3 s und sind für Motoren unter 1 kW sogar kleiner als 0,1 s. Das sind Zeiten, wo der Aufbau des magnetischen Feldes beim Einschalten schon zu berücksichtigen wäre. Ein Beispiel gibt dem Leser eine Vorstellung von den schnellen Anlaufvorgängen: Ein 0,25-kW-Motor mit $GD^2 = 0,004$ kgm² läuft bei 175% Beschleunigungsmoment in 0,055 s auf 1420 U/min und macht während dieses Anlaufes nur $\frac{3}{4}$ Umdrehung.

Treibt ein Motor (m) eine Arbeitsmaschine (a) an, so teilt sich das Überschußmoment M im Anlauf auf in ein Beschleunigungsmoment M_a für die Antriebsmaschine und in ein solches M_m für die eigenen Massen. Beide Beschleunigungsmomente verhalten sich bei direktem Antrieb wie die Schwungmomente, bei dazwischenliegender Übersetzung $n_m : n_a$ dagegen

$$\text{wie } \frac{M_a}{M_m} = \frac{GD_a^2 \left(\frac{n_a}{n_m} \right)^2}{GD_m^2}. \quad \text{Somit ist } M = \frac{GD_a^2 \left(\frac{n_a}{n_m} \right)^2}{GD_m^2 + GD_a^2 \left(\frac{n_a}{n_m} \right)^2}$$

der Anteil des Motorüberschußmomentes M , der zur Beschleunigung der Arbeitsmaschine vom Motorwellenende übertragen wird. Der Anteil ist um so kleiner, je niedriger Schwungmoment und Drehzahl der Arbeitsmaschine gegenüber denen des Motors sind.

Zur Schonung der Übertragungsteile sind gleichmäßige Massendrücke während des Anlaufes anzustreben. Sie werden erhalten, wenn das gesamte übertragene Moment, also die Summe von Nutzmoment und Beschleunigungsmoment, möglichst konstant bleibt. Zur Nachprüfung der Verhältnisse ist daher unbedingt die Verteilung der gesamten Schwungenergie auf Motor und Arbeitsmaschine zu berücksichtigen. [St. Hopferwieser, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 28 (1937) S. 446; 3 S., 8 Abb.] Zrn.

¹⁾ Betz berechnet in der Z. ges. Turbinenwes. Nr. 26 vom 20. 9. 1920 für „das Maximum der Nutzarbeit“ die Bedingung: $v_2 = v_1/3$. Dieser Wert gibt, in Gl. (2) eingesetzt, einen Windkraftwirkungsgrad von 88,89%. Das ist die in Oxford gemessene Größenordnung. — Eingehend kann diese vorwiegend aerodynamische Frage hier nicht behandelt werden. Näheres bei E. Rogge, Neue Theorie des Windkraftmotors, Elektr. Arbeit (Trua), Bodenbach 19 (1937) S. 57.

²⁾ Siehe Bilau: Elektrizitätserzeugung durch Riesen-Windkraftanlagen, ETZ 56 (1935) S. 525.

³⁾ Der Wirkungsgrad läßt sich noch weiter unterteilen, fußend auf der Arbeit von Betz: „Die wichtigsten Grundlagen für den Entwurf von Luftschrauben“. Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt, Heft 13, 14 vom 31. Juli 1915.

Meßgeräte.

621. 317. 785 : 621. 314. 65 Messung der elektrischen Arbeit bei Quecksilberdampf-Gleichrichtern. — Bei sinusförmiger Spannung am Transformator eines Gleichrichters enthält die Stromkurve Oberwellen, deren Ordnungszahl und Größe abhängig ist von der Phasenzahl, Streuung und Schaltung des Transformators, von der Art und Größe der Belastung und der Größe der Glättungsdrosselspeule. Ist der Widerstand der Zuleitung nicht zu vernachlässigen, so ist infolge des Spannungsabfalls auch die Spannung am Transformator verzerrt. Unter Zugrundelegung typischer Kurvenformen stellt C. Dannatt eine Tafel für die zugeführte Leistung der verschiedenen Harmonischen auf. Die Leistung einiger Oberwellen ist negativ, so daß die Grundwellenleistung größer ist als die gesamte. Der Anteil an Oberwellen ist um so geringer, je größer die Phasenzahl ist. Die Fehler des Induktionszählers bei den verzerrten Kurven werden auf seine Frequenzabhängigkeit zurückgeführt¹⁾ und Kurven gezeigt für die Fehler bei Frequenzen zwischen 50 und 650 Hz und verschiedenem $\cos \varphi$. Die Abhängigkeit der Fehler von der Stromstärke ist, mit Ausnahme sehr kleiner Belastungen, gering. Auf Grund dieser Kurven werden die Fehler für einen bekannten Oberwellengehalt geschätzt. Die Messungen an einem Zähler mit 2 Meßwerken in Aron-Schaltung bei Drei- und Sechphasengleichrichtern ergaben etwas größere Fehler, was auf die nicht berücksichtigten Ursachen zurückzuführen ist. Abhängig vom Verhältnis der Zuleitungsreaktanz zur Traforeaktanz, das für die Verzerrung der angelegten Spannung maßgebend ist, nimmt der Fehler des Meßwerkes in Phase R (Spannung R S) zu, der des Meßwerkes in Phase T (Spannung T S) ab, der Gesamtfehler bleibt fast konstant in der Größe von + 1% bei 3 Phasen und + 0,5% bei 6 Phasen.

Ein elektrodynamischer Zähler zeigte bei 500 Hz einen Fehler von 13% gegenüber 50 Hz, während beim Induktionszähler 75% gemessen wurden. Bei demselben Dreiphasengleichrichter ergaben sich daher beim elektrodynamischen Zähler ohne Nebenwiderstand nur 0,2% Fehler. Der übliche nicht induktive Nebenwiderstand verursacht erhebliche Frequenzfehler. Wird ein Nebenwiderstand verwendet, so muß er dieselbe Zeitkonstante haben wie die Stromspule des Zählers. Der Temperatursausgleich muß dann u. U. im Spannungskreis vorgenommen werden.

Bezüglich der Blindverbrauchmessung werden Formeln aufgestellt, und es zeigt sich, wie auch durch Messungen belegt wird, daß eine befriedigende Messung der gesamten watten Arbeit nicht möglich erscheint.

Im Gleichstromkreis können elektrodynamische Zähler verwendet werden. Mit Nebenwiderständen ist wegen der Zeitkonstanten Vorsicht geboten, falls der Gleichstrom stark wellig ist. Bei Quecksilber-Motorzählern ist der Fehler mit nicht-induktivem Nebenwiderstand geringer als beim elektrodynamischen Zähler wegen des kleineren Blindwiderstandes im Stromkreis. An einem Dreiphasengleichrichter ohne Glättung ergaben sich beim Quecksilberzähler mit ohmschem Nebenwiderstand Fehler von - 2,5% bei I_N und - 6,1% bei $1/4 I_N$. Mit unglättetem Sechphasenstrom war der Fehler bei I_N nur noch - 0,5%. Bei Sechs- und Zwölphasengleichrichtern mit Glättung ist auch mit elektrodynamischen Zählern in Verbindung mit den üblichen Nebenwiderständen eine genügende Genauigkeit zu erwarten. [C. Dannatt, J. Instn. electr. Engrs. 81 (1937) S. 256; 21 S., 13 Abb.] Be.

621. 318. 423. 08 Hochspannungs-Gegeninduktivitäten mit kleinem Fehlwinkel. — Der Verlustwinkel von beliebigen, einseitig fest geerdeten Objekten läßt sich einfach und auf etwa 1 bis $2 \cdot 10^{-4}$ genau mit der von Potthoff²⁾ nach einer Anregung von Schering ausgearbeiteten M-Schaltung messen. Die Schaltung arbeitet, ähnlich wie eine von Schwenkhagen³⁾ angegebene Schaltung, mit einer Hochspannungs-Gegeninduktivität, d. h. mit einer Gegeninduktivität, bei der Primär- und Sekundärwicklung gegeneinander für Hochspannung isoliert sind. Die von Potthoff bzw. Schwenkhagen benutzten Hochspannungs-Gegeninduktivitäten sind hinsichtlich der Betriebssicherheit bzw. der erreichbaren Meßempfindlichkeit nicht ganz befriedigend. Daher wurde im Hochspannungsinstitut der Technischen Hochschule Hannover auf Grund ex-

perimenteller und theoretischer Untersuchungen die Entwicklung von neuen Hochspannungs-Gegeninduktivitäten unter- nommen, die besonders für die Kabelprüfung gedacht waren und von denen folgendes verlangt wurde:

1. Volle Betriebssicherheit bei Spannungen von 60 kV und darüber.
2. Bei dem Primär-Nennstrom, für den Werte zwischen 3 und 100 A zugrunde gelegt wurden, und bei der Frequenz 50 Hz wurde eine Sekundärspannung von etwa 0,5 V verlangt, deren Phasenverschiebung gegen den Primärstrom um keinen größeren Fehlwinkel als 1 bis $2 \cdot 10^{-4}$ im Bogenmaß von 90° abweicht, und die durch magnetische und elektrische Störungen nicht beeinflusst wird.
3. Möglichst geringe Werte des Widerstandes und der Induktivität bei der Primärwicklung und dem Galvanometerwiderstand angepaßte Werte bei der Sekundärwicklung.

Die eine ausgeführte Hochspannungs-Gegeninduktivität enthält zur Beherrschung der Hochspannung eine Porzellan-Mehrrohrdurchführung, die bis 100 kV benutzt werden kann, und die zweite eine Hartpapierdurchführung nach dem Kondensatorprinzip für 60 kV. Die beiden elektrisch abgeschirmten, astatischen Sekundärspulen sitzen außen auf der Durchführung, die beiden ebenfalls abgeschirmten, astatischen Primärspulen, die einen auswechselbaren Einsatz bilden, im Innern. Für die erste Hochspannungs-Gegeninduktivität ist ein Einsatz für 100 A, für die zweite sind Einsätze für 25 und 100 A ausgeführt. Ein entscheidender Fortschritt gegenüber den ähnlich aufgebauten Modellen von Potthoff liegt vor allem in der Verwendung der Kondensatordurchführung bei der zweiten Hochspannungs-Gegeninduktivität. Dies wurde möglich durch den neu gefundenen Weg, den Fehlwinkel durch Wirbelströme in den Metalleinlagen der Durchführung dadurch zum Verschwinden zu bringen, daß die Primärspulen einen bestimmten, größeren Abstand voneinander erhalten als die Sekundärspulen. Außerdem ist neuartig die Verwendung von Volleleitern für die Primärwicklungen; das konnte auf Grund der entwickelten Verfahren geschehen, entweder den Fehlwinkel durch die ungleichmäßige Stromverteilung im Leiterquerschnitt durch totliegende Zusatzwindungen auszukompensieren, oder ihn bei hinreichendem axialen Abstand der Primär- und Sekundärspulen durch entsprechende Wahl der Form des Leiterquerschnitts zum Verschwinden zu bringen. Die Fehlwinkel wurden in einer dafür besonders entwickelten Brückenschaltung mit einer absoluten Genauigkeit von etwa 1 bis $2 \cdot 10^{-4}$ bestimmt. Die gemessenen Fehlwinkel liegen unter $2 \cdot 10^{-4}$.

Die Arbeit enthält umfangreiche theoretische Untersuchungen über die Fehlwinkel durch Wirbelströme bei Gegeninduktivitäten, deren Ergebnisse experimentell geprüft werden. Die Wege, die zur absoluten Bestimmung des Fehlwinkels eingeschlagen wurden, sind ausführlich beschrieben. [L. Mollwo, Dissertation, T. H. Hannover, 1937.] Sb.

621. 317. 785 Prüfungen und Beglaubigungen. — Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt erläßt folgende „Bekanntmachung Nr. 455“)

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, werden dem System 172 folgende Elektrizitätszählerformen als Zusatz eingereiht.

Zusatz zu System 172, die Formen EFk1S, EF3k1S, EFk1tS, EF3k1tS, Induktions-Münzzähler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von der Firma **Hellowatt-Werke, Elektrizitäts-Aktiengesellschaft in Berlin-Charlottenburg.**

Berlin-Charlottenburg, den 31. August 1937.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt

In Vertretung:

Gehrcke“

Beschreibung: 2)

Die durch die Bekanntmachungen Nr. 370³⁾ vom 12. Januar 1935 bzw. Nr. 416⁴⁾ vom 8. Juli 1936 zur Beglaubigung zugelassenen Wechselstromzähler der Formen EFk1, EF3k1,

¹⁾ Dabei wird außer acht gelassen, daß auch andere Ursachen mitwirken; vgl. ETZ 55 (1934) S. 1223.

²⁾ K. Potthoff, ETZ 52 (1931) S. 474; Dissertation T. H. Hannover, 1930; ETZ 54 (1933) S. 109.

³⁾ H. Schwenkhagen, Arch. Elektrotechn. 28 (1934) S. 310.

¹⁾ Reichsministerialblatt 1937, S. 559.

²⁾ Auszug aus dem Sonderdruck über die Bekanntmachung Nr. 455 der PTR. Zu beziehen durch die Franckh'sche Verlagshandlung, Berlin.

³⁾ ETZ 56 (1935) S. 485.

⁴⁾ ETZ 57 (1936) S. 1324.

EFklt und EF3klt des Systems 172 werden auch in Zusammenbau mit einem Münzkassierwerk hergestellt. Die Zähler führen dann im Formzeichen noch den Buchstaben S — Formen EFkltS, EF3kltS, EFkltS und EF3kltS — und können in dieser Ausführung für die gleichen Nennstromstärken, Nennspannungen und Nennfrequenzen wie die bisher zugelassenen Zähler ohne Münzkassierwerk beglaubigt werden.

Lichttechnik.

621. 327. 43 : 614. 84 Feuerwehr und Leuchtröhrenanlagen. — H. Scheele führt aus, daß die Leuchtröhrenanlagen vor allem in den Jahren 1920/30 den Berufsfeuerwehren verschiedentlich zu schaffen gemacht haben. In der ersten Zeit, als es noch keine Regeln für die Installation derartiger Anlagen gab, sind bei den deutschen Berufsfeuerwehren eine ganze Anzahl Brände zu verzeichnen gewesen. Das Installationsmaterial mag hieran Schuld gewesen sein; auch wurden die Leuchtröhrenanlagen vielfach ohne Aufbau eines Gerüsts nur mit Hilfe von Leitern angebracht, und daraus ergaben sich Schwierigkeiten für den Abnahmebeamten. Es war auffallend, daß die Brände in Leuchtröhrenanlagen meistens an solchen Tagen eintraten, wo es besonders stark regnete, oder im Winter an naßkalten Tagen, ein Zeichen, daß Wasser in die nicht vorschriftsmäßigen Leitungsverbindungen eingedrungen war und dort Nebenschlüsse und dann Kurzschlüsse bewirkt hatte. Auch Kondenswasserbildung hat zu Kurzschlüssen geführt. Gebrannt haben Holzgestelle, an denen Leuchtbuchstaben befestigt waren, oder ganze Leitungsbündel an eisernen Gerüsten, Hohlräume über Schaufenstern und Rollädenkästen, Holzverkleidungen und Türrahmen. In einem Falle zog sich die Leuchtröhrenanlage an der Hauswand empor bis zur Dachrinne, so daß beinahe ein Dachstuhlbrand entstanden wäre.

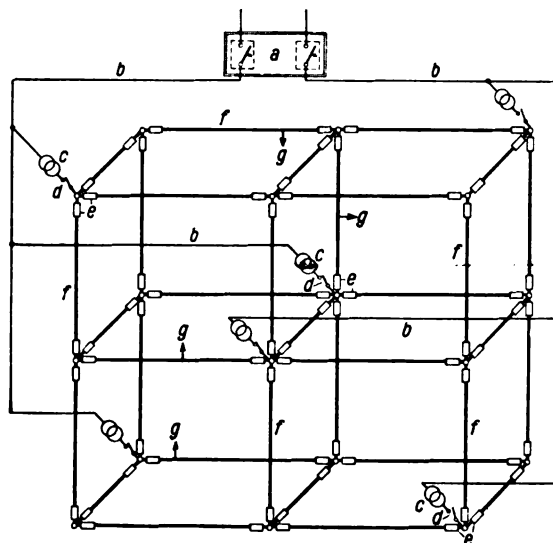
Der Verfasser hebt hervor, daß auch hier der Verband Deutscher Elektrotechniker rechtzeitig am Platze war und durch die am 1. 1. 1930 in Kraft getretenen Regeln für Leuchtröhrenanlagen und -geräte (Neubearbeitung¹⁾ vom 1. 1. 1934 die zutage getretenen Gefahren erkannt und von sich aus beseitigt hat. Seit dem Inkrafttreten der verbesserten Regeln für Leuchtröhrenanlagen sind kaum noch Brände in derartigen Anlagen zu verzeichnen gewesen. [H. Scheele, Feuerpolizei 39 (1937) S. 145; 2¹/₂ S., 0 Abb.] eb.

Installationstechnik.

621. 316 : 725 Ein neues Stromverteilungssystem für große Gebäude. — Das für die Stromversorgung größerer Gebäude bisher verwendete Verteilungssystem, das Strahlennetz, hat vor allem bei größeren Leistungen so erhebliche Nachteile, daß man versucht hat, ein anderes System, das sich in städtischen und industriellen Versorgungsnetzen bereits bewährt hat, auch in Gebäuden anzuwenden. Die hier besonders gelagerten Verhältnisse führten zur Ausbildung des dreidimensionalen Maschennetzes, das dadurch entsteht, daß die in den einzelnen Stockwerken verlegten ebenen Maschennetze durch in den Steigschächten verlegte senkrechte Leitungen verknüpft werden (Abb. 2). Ein Vergleich mit dem Strahlennetz zeigt die Überlegenheit des neuen Systems.

Beim Strahlennetz führen die Leitungen von der Umspannung zu den einzelnen Verbrauchergruppen. Die Energieversorgung ist einseitig; eine Störung in einer Speiseleitung setzt alle von ihr versorgten Verbraucher außer Betrieb. Die Bemessung der Leitung setzt genaue Angaben über die Belastungsverhältnisse voraus: spätere Zusatzlasten können nicht aufgenommen werden. Meistens genügt nicht die Festlegung der Leitungsquerschnitte nach der Erwärmung bei der zu erwartenden Spitzenlast, sondern es muß dem Spannungsabfall Rechnung getragen werden. Deshalb werden größere Querschnitte eingebaut, als mit Rücksicht auf Erwärmung der Leitung erforderlich wäre. Das Strahlennetz ist nicht elastisch, d. h. alle Belastungsstöße haben eine entsprechende Spannungsabsenkung zur Folge. Es ist daher notwendig, getrennte Netze für Licht und Kraft zu verlegen. Die größten Schwierigkeiten bringt das Strahlennetz aber bei der Verlegung in Gebäuden dadurch mit sich, daß die zentrale Umspannstation mit der umfangreichen Hoch- und Niederspannungsschaltanlage mehr Platz beansprucht, als üblicherweise zur Verfügung steht, und daß die

zentral abgehenden Speiseleitungen und die großen Unterverteilungen mit den zahlreichen Stromkreisleitungen meistens besondere bauliche Maßnahmen zu ihrer Unterbringung erfordern. Beim Maschennetz erfolgt die Energiezufuhr durch mehrere kleine Umspannstationen, die einzelne Knotenpunkte nach einem den jeweiligen Verhältnissen angepaßten Plan speisen. Diese kleinen, einfach ausgestatteten Stationen lassen sich im Gebäude leicht unterbringen, ebenso die wenigen Verbindungsleitungen zwischen Umspanner und Knotenpunkten. Die Verbraucherleitungen sind miteinander vermascht, die Verbraucher werden an diese unmittelbar über kurze Stichleitungen oder in kleine Gruppen zusammengefaßt angeschlossen, wodurch die großen Unterverteilungen in den einzelnen Stockwerken in Fortfall kommen und keine Häufung von Stromkreisleitungen mehr eintritt.



a Hochspannungsschaltstelle e Maschennetzschaltung
b Hochspannungsspeiseleitung f Maschennetzleitung
c Transformator g Verbraucher
d Maschennetzschalter

Abb. 2. Grundschaltbild eines dreidimensionalen Maschennetzes.

Durch die Vermaschung führen viele Stromwege zu den Verbrauchern. Die Störung einer Speiseleitung hat keinen Ausfall von Verbrauchern zur Folge. Der Belastungsausgleich im richtig vermaschten Netz ist nahezu vollkommen, so daß sich ein so geringer Spannungsabfall ergibt, wie er im Strahlennetz wirtschaftlich niemals zu erreichen ist. Die Planung ist erleichtert, erhebliche nachträgliche Belastungsänderungen sind unbedenklich, da Vermaschung und Vielfachspeisung die zusätzliche Belastung auf viele Leitungen verteilen. Das Maschennetz ist bei Belastungsstößen so elastisch, daß das gleiche Netz unbedenklich für Licht und Kraft verwendet werden kann.

Ein zweckmäßig geplantes Maschennetz läßt sich zudem mit einem erheblich geringeren Werkstoffaufwand als ein entsprechendes Strahlennetz errichten; es ist daher diesem nicht nur im Betrieb, sondern auch in den Herstellungskosten überlegen. [A. Janzen, Siemens-Z. 17 (1937) S. 407.] Wbr.

Verkehrstechnik.

621. 335. 4. 033. 91 (41/42) Die neueste Obus-Entwicklung in Großbritannien. — Der seit 1911 in England verbreitete Obus ersetzte bisher in der Hauptsache vorhandene Straßenbahnen und deckte nur zum geringeren Teil den durch Verkehrsausdehnung entstandenen Bedarf. 80% der Fahrzeuge sind Doppeldeckwagen wegen ihres größeren Fassungsvermögens an Sitzplätzen. Die Beschaffungskosten eines solchen Doppeldeckers sind nicht viel höher als von Eindeckerbussen, ebenso sind Betriebsunterhaltung und Stromverbrauch nicht viel voneinander verschieden. Der englische Verkehrsminister hat das Leergewicht der Dreiachs-Doppeldeckfahrzeuge auf 13,7 t und das der Zweiachs-Doppeldeckfahrzeuge auf 11,2 t begrenzt. Infolgedessen war es erforderlich, die Ausrüstung so leicht als möglich zu bauen, um die gewünschten Sitzplätze zu erhalten. Daher die Auswahl des einmotorigen Antriebes; der bei Wegfall der Reihenparallel-

¹⁾ VDE 0128/1933.

Anfahrt höhere Stromverbrauch wird durch fast ausschließliche Anwendung der Stromrückgewinnung wieder ausgeglichen. Hinzu kommt, daß der einmotorige Antrieb die Ausrüstung selbst vereinfacht. Weiter werden durch die elektrische Bremse die Unterhaltungskosten der Bremsanlage verringert, zumal die Geschwindigkeitsregelung mit Hilfe der angewendeten Verbundmotoren (Feldregelung) bequemer und leichter zu handhaben ist als bei Reihenschlußmotoren. — Alle britischen Obusmotoren sollen weiter fähig sein, den dreifachen Einstundenstrom bei jeder Drehzahl ohne Stromwenderüberschläge auszuhalten. Der Antrieb über Schneckengetriebe ist wegen des ruhigen Laufes bevorzugt und wegen der Möglichkeit der Unterbringung von Unterstetungen bis über 1 : 10 in einem einzigen Organ allgemein gebräuchlich. In den meisten Fällen besitzt das Dreiachsfahrzeug drei Ausgleichgetriebe, obzwar bisher an sich das Vorhandensein des dritten Ausgleichgetriebes zwischen den beiden Hinterachsen keinen merkbaren Vorteil gebracht hat. Bei der Mehrzahl der Fahrzeuge sitzt der Antriebsmotor unter dem Fahrzeug in Fahrzeugmitte und treibt über teilweise nur 50 cm lange Kardanwellen die Hinterachse an. Versuche haben gezeigt, daß kurze Kardanwellen sich besser verhalten als lange, die leicht zu Eigenschwingungen in Längsrichtung neigen. Zur Stromabnahme dienen durchweg zwei voneinander unabhängige Stangen mit Rollen; in London erfolgt jedoch die Stromabnahme mit Gleitschuhen. Die durchweg verbreitete Schützsteuerung wird durch einen fußbedienten Steuerschalter betätigt. Außer der Anfahrsteuerung und Stromrückgewinnungs- und Strombremsung bedient der Steuerschalter häufig eine Widerstandsbremse, eine Gefälle- und eine Rücklaufbremse. In einigen Fällen wird von hier aus noch die Hilfssteuerung für Batterie-fahrt betätigt, durch die dem Obus eine gewisse Unabhängigkeit von der Fahrleitung gegeben ist. Alle neueren Fahrzeuge besitzen Druckluft- oder Vakuumbremse. — Eine Anzahl der Wagenaufbauten besteht ganz aus Metall, für die der Verkehrsminister Niedervoltbeleuchtung aus einer Batterie vorgeschrieben hat. Bei den anderen Fahrzeugen erfolgt die Beleuchtung durch eine große Anzahl in Reihe geschalteter und von der Fahrleitung gespeister besonders konstruierter Niedervoltlampen mit Kurzschlußvorrichtung. Der Verkehrsminister hat weiterhin die Isolation der Stufen und Handgriffe an den Ein- und Ausstiegen und die Ausrüstung aller Obusse mit Rundfunk-Entstörungseinrichtungen vorgeschrieben. Darüber hinaus wird die elektrische Ausrüstung vorsichtshalber doppelt isoliert. [Fletscher und Silvers, Transp. Wld. 82 (1937) S. 119; 2 S., 6 Abb.] A. Hs.

Fernmeldetechnik.

621. 396. 615 : 654. 92 Die Verwendung schwingfähiger Anordnungen für Alarmzwecke. — Der Verfasser beschreibt¹⁾ unter dem gleichen Titel eine schwingfähige Anordnung, die mit einer als Rückkopplungsaudion geschalteten Dreipolröhre (Triode) arbeitete und durch Ausnutzung der sogenannten „Handempfindlichkeit“ bei Annäherung einer Person an eine „Antenne“ einen Alarm auszulösen vermochte. Die Einrichtung besitzt jedoch den Nachteil, daß bei Eintritt eines Alarms Schwingungen erzeugt werden, die benachbarte Rundfunkempfänger stören können.

Nachfolgend soll daher eine verbesserte Anordnung (Abb. 3) angegeben werden, die zudem noch eine wesentlich größere Empfindlichkeit aufweist.

Zum Unterschied gegen die frühere Schaltung ist jetzt das die eigentliche Alarmeinrichtung (Klingel, Sirene) betätigende Relais aus dem Anodenkreis der Dreipolröhre V verschwunden und dafür der hohe wahre Widerstand R_a vorgesehen worden. Dieser Widerstand bildet zusammen mit dem inneren Widerstand der Röhre V einen Spannungsteiler, an dessen Verbindungspunkt die Zündelektrode des Glimmrelais G angeschlossen ist. Die Kathode des Glimmrelais liegt am Punkt b des Potentiometers P und damit unmittelbar am Minuspol der angelegten Gleichspannung. In der vom Punkt d des Potentiometers P zur Anode des Glimmrelais führenden Leitung liegt jetzt das elektromagnetische Relais R_e , das über die Klemmen II den eigentlichen Alarmstromkreis schließt.

Mit der Klemme a steht die „Antenne“ in Verbindung. Mit Hilfe des Kondensators C_1 wird die Schaltung so eingeregelt, daß die Röhre V gerade noch nicht schwingt, so daß ihr Anodenstrom verhältnismäßig groß ist und demzufolge auch an R_a ein entsprechender Spannungsabfall eintritt. Schließlich wird noch durch Verschieben der Abgriffe c und d am Potentiometer P dafür gesorgt, daß die Zündung des Glimmrelais G noch sicher verhindert wird. Nähert sich dann eine Person der

bei a angeschlossenen „Antenne“, so hat dies die gleiche Wirkung wie eine Vergrößerung von C_1 , d. h. die Schwingungen setzen ein. Bevor sich jedoch die Schwingungen auf die volle Höhe „geschaukelt“ haben und der Anodenstrom von V auf den entsprechenden niedrigen Wert gesunken ist, bewirkt der absinkende Anodenstrom am Widerstand R_a bereits eine derart weitgehende Senkung des Spannungsabfalles, daß an der Zündelektrode von G ein zur Einleitung der Zündung ausreichend hohes positives Potential zur Verfügung steht. Das Glimmrelais G wird also sofort zünden und damit das Relais R_e betätigen, das seinerseits den mit den Klemmen II verbundenen Alarmstromkreis schließt. Gleichzeitig aber wird R_e auch den Kontakt I öffnen und damit für eine sofortige Unterbrechung der Schwingungen sorgen. Da die zwischen Anode und Kathode des Glimmrelais gezündete Entladung nicht wieder von selbst verlöscht, bleibt auch der Kontakt I solange geöffnet, bis durch kurzzeitige Unterbrechung des Hauptentladungskreises (Anode-Kathode) der ursprüngliche Zustand wieder hergestellt wird.

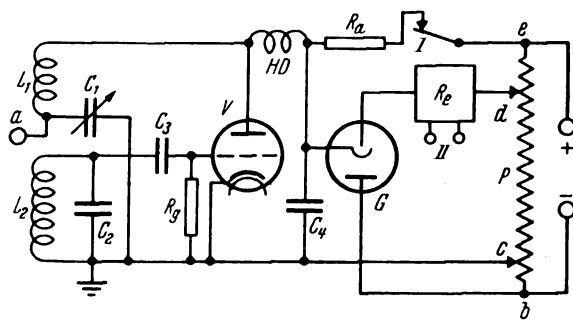


Abb. 3. Verbesserte Alarmeinrichtung.

Auf den ersten Blick könnte es scheinen, daß sich die gleiche Wirkung auch dann erreichen ließe, wenn man G völlig fortlassen und dafür das dann mit einem Arbeitsstromkontakt (statt Ruhestromkontakt I) zu versiehende Relais R_e einfach unmittelbar in den Anodenkreis der Röhre V legen würde. Dies wäre allerdings ein Trugschluß, da in diesem Fall die Schwingungen erst ihre volle Höhe und damit der Anodenstrom von V seinen kleinsten Wert erreichen müßten, bevor R_e betätigt werden würde, während demgegenüber das Glimmrelais schon auf wesentlich kleinere Stromänderungen bzw. durch die dabei hervorgerufenen Potentialverschiebungen „anspricht“. Auf diesem letztgenannten Umstand beruht übrigens auch die Empfindlichkeitssteigerung, die bei der neuen Anordnung gegenüber der früheren gegeben ist. Ein Alarm wird also schon bei größeren Abständen zwischen dem bei a angeschlossenen Leiter und der sich nähernden Person erhalten, als dies bei der früheren Anordnung der Fall war.

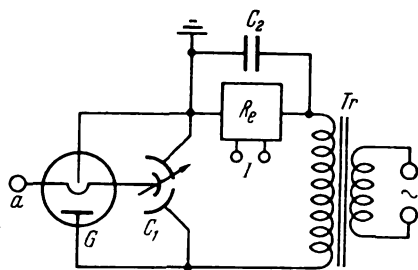


Abb. 4. Vereinfachte Einrichtung zur Sicherung kurzer Strecken.

Wie weiter festgestellt werden konnte, läßt sich das Prinzip der Auslösung einer Einbruchsalarmanlage durch Änderung der Kapazitätsverhältnisse auch unter Verzicht auf eine schwingungsfähige Anordnung ausnutzen, sofern von einem Glimmrelais bzw. einem Iontron („Thyratron“) Gebrauch gemacht wird. Allerdings ist dann die Empfindlichkeit geringer als bei der in Abb. 3 wiedergegebenen Schaltung und außerdem kann auch die benutzte „Antenne“ nicht eine so große Ausdehnung wie im Fall der Abb. 3 aufweisen. In erster Linie käme daher eine derart vereinfachte Anordnung für die Sicherung bzw. Überwachung kurzer Strecken (z. B. einer Tür o. dgl.) in Betracht, da in solchen Fällen die „Antenne“ stets nur eine geringe Ausdehnung haben wird. Die Schaltung, von der dann Gebrauch gemacht werden kann, ist in der Abb. 4 vollständig wiedergegeben.

An das Glimmrelais G wird also über den Transformator T_r eine hinreichend große Wechselspannung angelegt. Mit der

¹⁾ K. Nentwig, ETZ 57 (1936) S. 975.

Zündelektrode steht einerseits die Klemme *a* in Verbindung, die zum Anschluß der „Antenne“ dient. Andererseits ist die Zündelektrode noch mit dem Rotor des Differentialkondensators C_1 verbunden, dessen beide feste Plattensätze mit der Anode bzw. der Kathode des Glimmrelais in Verbindung stehen. Im Anodenkreis des Glimmrelais liegt schließlich noch das elektromagnetische Relais R_e , das über die Klemmen *I* (Arbeitsstromkontakt) den eigentlichen Alarmstromkreis zu schließen vermag. Der das Relais überbrückende Kondensator C_2 bewirkt trotz der Wechselstromspeisung ein ruhiges Arbeiten des Relais. Die Anode des Glimmrelais ist geerdet. Nachdem die „Antenne“ mit *a* verbunden wurde, ist C_1 so einzustellen, daß *G* gerade noch nicht zündet. Dabei ist der Rotor um so mehr in den kathodenseitigen Stator hineinzudrehen, je ausgedehnter der bei *a* angeschlossene Leiter ist. Wurde die Einstellung einmal richtig vorgenommen, und nähert sich dann eine Person der „Antenne“, so zündet *G*, und R_e schließt den eigentlichen Alarmstromkreis. Der Alarm hört erst dann wieder auf, wenn das Glimmrelais durch kurzzeitige Unterbrechung des Hauptentladekreises (Anode-Kathode) wieder in den steuerfähigen Zustand zurückversetzt wird. K. Nentwig, Bernau bei Berlin.

621. 397. 24 +. 26 (73/79) Stand der Bildtelegraphie in den V. S. Amerika.

Die American Telephone and Telegraph Co (ATT) hat 1935 einen Bildtelegraphendienst eingerichtet, an dem 26 in den verschiedensten Teilen des Landes gelegene Städte teilnehmen. Der Bildtelegraphenverkehr wird über Fernsprechleitungen abgewickelt, die für diesen Zweck besonders eingerichtet sind. Die Leitungen werden an die beteiligten Zeitungen zu Bildübertragungen mit teilnehmereigenen Geräten vermietet. In Anpassung an die Bedürfnisse ihrer Kunden hat die ATT die Größe der Bildtrommel von $12,5 \times 17,5$ cm auf $27,5 \times 42,5$ cm nutzbare Oberfläche vergrößert. Der Ablauf der Bildtrommel beträgt bei einer Rasterfeinheit von vier Linien/mm rd. 17 min. Bei den Übertragungen wird mit einer Trägerfrequenz von 2400 Hz und Unterdrückung des oberen Seitenbandes gearbeitet. Es besteht die Möglichkeit, von einer beliebigen Bildstelle aus eine bildtelegraphische Nachricht gleichzeitig an alle anderen Empfangsstellen zu übermitteln. Das Bildtelegraphennetz der ATT ermöglicht sowohl die Übertragung von Schwarzweißbildern als auch von Halbtönen.

Daneben ist die Western Union Telegraphen-Gesellschaft mit dem Ausbau eines Faksimile-Telegraphennetzes beschäftigt, das in Verbindung mit entsprechenden Geräten zur Übermittlung von Handschriften, Zeichnungen, Plänen, Tabellen usw. dienen und ebenfalls auf eine Reihe von Städten ausgedehnt werden soll.

Die Radio Corporation of America hat im Jahre 1936 zwischen New York und Philadelphia über eine Entfernung von 146 km eine Ultrakurzwellen-Bildverbindung für Faksimile-Telegraphie in Betrieb genommen. Diese Anlage arbeitet mit zwei Zwischenverstärker-Funkstellen, die selbsttätig ein- und ausgeschaltet werden. Jedes der beiden Endämter benutzt eine Sendewelle und jedes Zwischenamt zwei, für jede Übertragungsrichtung eine, so daß insgesamt sechs Wellen für die Verbindung benötigt werden. Der Wellenbereich um 3 m hat sich als besonders geeignet erwiesen. Es wird mit einem Vielfachkanalsystem gearbeitet, dessen Kanäle durch Filter voneinander getrennt sind. Neben den Bildverbindungen sind daher auch gleichzeitig noch mehrere Kanäle für den gewöhnlichen Telegraphendienst in Betrieb. Die Einrichtung weiterer Funkverbindungen gleicher Art ist beabsichtigt. [Elektr. Nachr.-Techn. 14 (1937) S. 299; 5 S., 2 Abb.] *Bt.*

Theoretische Elektrotechnik.

621. 315. 6. 001. 4 (083. 133) (41/42) Englische Leitsätze für die Prüfung von festen Isolierstoffen. — Die British Electrical and Allied Industries Research Association veröffentlicht eine Beschreibung der Verfahren zur Prüfung fester Isolierstoffe mit Ausnahme der geschichteten und der nicht brennbaren Werkstoffe. Da die Eigenschaften der Werkstoffe in sehr vielen Fällen nicht als spezifische Stoffwerte z. B. für die Volumeneinheit angegeben werden können, kommt den Prüfvorschriften und der einheitlichen Durchführung dieser Prüfungen eine große Bedeutung zu. Die englischen Verfahren und mithin auch die zahlenmäßigen Ergebnisse weichen von den in Deutschland gebräuchlichen (VDE 0302 und 0303) etwas ab. Die Verfahren erstrecken sich auf die Ermittlung elektrischer, thermischer und mechanischer Stoffeigenschaften. Bei

den elektrischen Messungen ist die Angabe des spezifischen Oberflächenwiderstandes zwischen zwei Ringen (konzentrischen Zylindern, die mit Quecksilber gefüllt sind) auf einer geerdeten metallischen Unterlage vorgesehen. Die Prüfanweisung erstreckt sich ferner auf die Messung der Durchschlagsfestigkeit, der Aufnahme der Zeit-Durchschlagskurve und die Messung in Abhängigkeit von der Temperatur. Für die Ermittlung der Zugfestigkeit sind besondere Probekörper nach Abb. 5 für Isolierpreßstoffe, nach Abb. 6 für dünne und nach Abb. 7 für

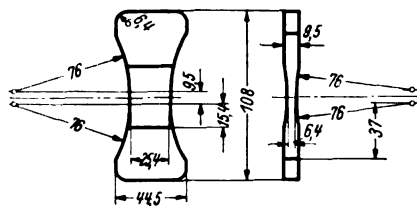


Abb. 5

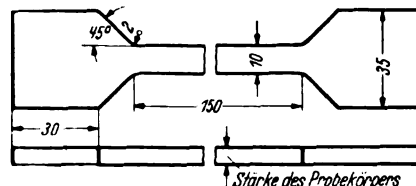


Abb. 6

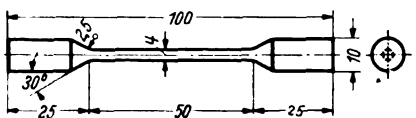


Abb. 7

Abb. 5 bis 7. Probekörper für die Messung der Zugfestigkeit von Formpreßlingen (Abb. 5) von dünnen und dicken Isolierstoffplatten (Abb. 6 u. 7).

dicke Platten vorgesehen. Druckfestigkeit, Schlagbiegefestigkeit, Wärmebeständigkeit, Alterungsfähigkeit, Dichte, Wasseraufnahme und Verarbeitbarkeit mit einer Angabe der früheren Arbeiten auf diesem Gebiet schließen die Arbeit. In einem Anhang werden die Einrichtungen zur Vorbehandlung der Isolierstoffe durch Wärme und Kälte, Feuchtigkeit sowie die genormten Stufen der Vorbehandlung aufgeführt. [J. Instr. electr. Engrs. 81 (1937) S. 553; 12 S., 17 Abb.] *Ptf.*

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

629. 12 (063) 38. Hauptversammlung der Schiffbau-technischen Gesellschaft vom 17. bis 20. 11. in Berlin. — Unter den 11 Vortragenden sprach Herr Bleicken über den „Drehstromantrieb von Haupt- und Hilfsmaschinen auf Grund der Erfahrungen mit dem Frachtschiff „Wuppertal“. Der diesel-elektrische Drehstromantrieb hat sich auf den bisherigen Reisen des Schiffes durchaus bewährt. Zusammenfassend wurde hervorgehoben, daß man erst im Anfang der Entwicklung des elektrischen Antriebes bei Schiffsanlagen steht und sie nicht mehr aufzuhalten ist. Die volle Freizügigkeit beim elektrischen Antrieb in der maschinellen Einrichtung wird die Bordanlage immer mehr den Landanlagen ähnlich machen. Fast restlos ist dies bereits bei Anlagen möglich, die Voith-Schneider-Propeller²⁾ mit elektrischem Antrieb benutzen. Hier hat man einen Turbogenerator mit gleichbleibender Drehzahl, ohne Umsteuerung, also eine elektrische Anlage, wie sie in jedem Elektrizitätswerk steht. Die Umsteuerung, die Geschwindigkeitsstufen und das Steuern geschieht durch den Propeller. Die Bedingungen für die Dampfturbinen sind so günstig, daß die Kilowattstunde mit 4,2 kg Dampf erzeugt werden kann. Es handelt sich hier um Turbinenleistungen von je 2000 PS, wobei der Dampfdruck 32 atü, die Dampftemperatur 430° beträgt. Das neue Baderschiff „Helgoland“ wird mit zwei Voith-Schneider-Propellern mit elektrischem Antrieb ausgerüstet. Ebenso erhalten sämtliche Hilfsmaschinen elektrischen Antrieb. Bei gleicher Geschwindigkeit wie bei der „Cobra“, die durchaus nicht als ungünstig bezeichnet werden kann, rechnet man mit einem mindestens 20% geringeren Ölverbrauch.

Pgr.

1) ETZ 58 (1937) S. 1073 u. 1106.
2) ETZ 57 (1936) S. 1430.

AUS ERZEUGUNG UND VERBRAUCH.

Elektrische Ausrüstung für Industrieantriebe in den V. S. Amerika.

Von W. Engel VDE, Berlin.

621. 34 : 66,69 (73)

Übersicht. Die nachstehenden Ausführungen stellen einen Ausschnitt dar aus dem Gebiet der Anwendung von elektrischen Ausrüstungen für Industrieantriebe in den V. S. Amerika auf Grund eines mehrwöchentlichen Besuches. Der Bericht stützt sich auf die Besichtigung einer Reihe von Herstellerfabriken sowie Anlagen verschiedener Industrien. Die Entwicklung der Industrieanlagen wird besonders dargelegt im Hinblick darauf, wieweit dort begangene Wege für uns von Bedeutung sein können.

Ausrüstungen für Werkmaschinen.

Auf dem Gebiet der Werkmaschinen ist eine umfangreiche Verwendung des Drehstrommotors mit Käfigläufer festzustellen, der in zunehmendem Maße den früher benutzten Schleifringläufer und den Gleichstrommotor verdrängt. In den V. S. Amerika hat sich die Anwendung des teureren Gleichstroms besonders lange gehalten. Heute werden, wie in Deutschland schon lange, Gleichstromanlagen durch Drehstromausführungen verdrängt. Der in seiner Regelmöglichkeit beschränkte Kurzschlußmotor findet für Werkmaschinenantriebe deshalb besondere Verbreitung, als die große Anwendung von Sondermaschinen, die nur eine geringe Zahl von Arbeitsprozessen ausführen können, bei der kapitalintensiven amerikanischen Industrie möglich ist. In vielen Fällen ist der Drehstrommotor mit Käfigläufer für eine Geschwindigkeit ausreichend, wo in Deutschland mit Rücksicht auf die vielseitige Anwendung der Maschine polumschaltbare Motoren mit zwei und mehr Geschwindigkeiten oder besondere Regelantriebe verlangt werden. Trotzdem findet auch die polumschaltbare Ausführung der Drehstrommotoren drüben Verbreitung. Es werden Motoren für konstante Leistung in Ein- und Mehrwicklungsausführung gebaut, wobei möglichst von der den Motor verbilligenden Dahlanderschaltung Gebrauch gemacht wird.

Eine besonders weitgehende Anwendung dieser Bauart stellt eine Drehbanktype dar, die mit einem polumschaltbaren Spindelmotor ausgerüstet ist (Abb. 1). Ohne jede mechanische Umschaltung mit Hilfe von Vorgelegen können bei dieser Maschine verschiedene Drehzahlen und Leistungen lediglich durch elektrische Schaltung eingestellt werden (Zahlentafel 1).

Zahlentafel 1. Leistungsdaten einer Drehbanktype mit Spindelmotor.

Spindel-drehzahl U/min	Leistung PS	Spindel-drehzahl U/min	Leistung PS
Kleine Type			
600	1	1800	2
1200	1,5	3600	3
große Type, Ausführung 1			
600	2	1200	2
900	2	1800	4
große Type, Ausführung 2			
600	2	1800	3,5
1200	2	3600	5

Die in der Zahlentafel 1 angegebenen Drehzahlen beziehen sich auf Anschluß an Drehstromnetze mit 60 Hz, wodurch sich die unterschiedlichen Drehzahlen gegenüber den bei uns gebräuchlichen Werten erklären. Die erwähnte Maschine ist mit einer Steuerung ausgeführt, die eine weitgehende Zusammenlegung der Hebel anstrebt. Ein Hebel erlaubt die Umkehrung der Motorspindel und besitzt zu diesem Zweck Stellungen, „Vorwärts“, „Null“, „Rückwärts“ (s. Abb. 1). Ein zweiter Hebel gestattet die Polumschaltung des Motors in stromlosem Zustand wie auch

unter Last. Die Zahl der zulässigen Umkehrungen bzw. Polumschaltungen in der Stunde ist natürlich durch die Wärmekapazität des Motors begrenzt und schwankt zwischen 4 und maximal 60 Schaltungen je Stunde. Abgesehen von derartigen Sonderausführungen ist als der meist verbreitete Antrieb von Werkmaschinen der an- oder aufgebaute Elektromotor für Fußbefestigung anzusprechen. Der Einbaumotor hat in der amerikanischen Industrie trotz der anfänglichen Einführung bei Holzbearbeitungsmaschinen nicht die Verbreitung gefunden, wie sie bei uns besteht. Erst in letzter Zeit scheint man sich mehr mit der Möglichkeit des Einbaues von Motor und Steuerung zu beschäftigen.

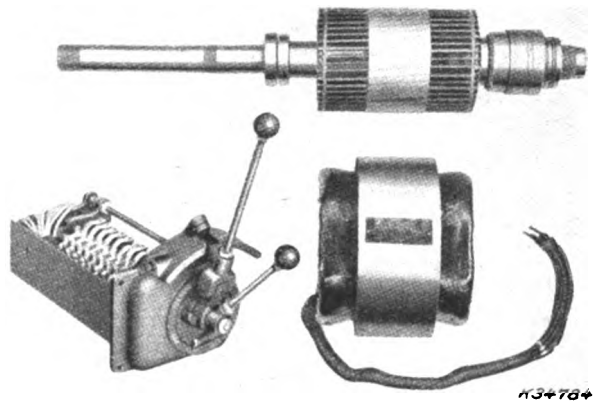


Abb. 1. Läufer, Ständer und Schaltwalze eines Spindelmotors.

Nahezu ausschließlich erfolgt die Steuerung der Werkmaschinen durch Druckknöpfe in Verbindung mit Fernschaltern. Die Druckknopftafeln sind normalisiert und meist aufgebaut. Bevorzugt wird das Dreiknopf-system bei Arbeitsweise in einer Drehrichtung mit den drei Schaltstellungen „Ein“, „Aus“, „Tippschalten“. Der Druckknopf für Tippschalten dient zum Einrichten der Maschine und gestattet das Zurücklegen kleiner Wege durch kurzzeitiges Ein- und Ausschalten. Als Übertragungsmittel findet man eine weitgehende Verbreitung des Keilriementriebes. Die Selbstschalter haben in Luft schaltende Kontakte.

Ausrüstung der Werkstätten.

Die Fertigung in den Maschinenfabriken ist allgemein auf eine stärkere Heranziehung der Maschine eingestellt. Diese Einstellung ist bereits an den Konstruktionen erkennbar. Aus ihnen ist der Wunsch ablesbar, sich von der Handarbeit soweit wie möglich unabhängig zu machen. Diesem Wunsch liegen auch die zahlenmäßig großen Einschaltungen von Zwischenmessungen und Kontrollen zugrunde. Häufige Zwischenmessungen sollen rechtzeitig auf Ungenauigkeiten in der Fabrikation aufmerksam machen und Ausschussteile frühzeitig erkennen lassen. Die Werkstätten, in denen die Zwischenmessungen stattfinden, sind sehr gut ausgestattet. Man findet die weitgehende Anwendung von Quecksilberdampflicht, das vor einer Ermüdung der Augen schützen soll. Bei genauen Messungen, auch in der Autoindustrie, ist der Meßraum mit Klimaanlage versehen.

Während Klimaanlage für Gaststätten und Theater erst jetzt zunehmende Bedeutung gewinnen, hat ihre industrielle Anwendung schon vorher große Fort-

schritte gemacht. Ebenso wie das Licht beim Messen praktisch als Werkzeug eingesetzt wird, soll auch das Klimatisieren der Räume einer Vervollkommnung der Fertigung dienen. Bis zu welchem Umfang diese Klimaanlage geführt haben, zeigt die Ausrüstung einer Sendegesellschaft in New York, bei der für die Klimatisierung von 8 Stockwerken eines Hochhauses eine gesamte installierte Leistung von 2200 kW für die Aufrechterhaltung der gewünschten Luftfeuchtigkeit, der Temperatur und der Luftreinigung aufgewandt wird.

In der Fließfertigung finden auch Meßmaschinen Anwendung. In der Fabrik von Ford in Detroit arbeitet eine Meßmaschine für die Kontrolle der Kolbenbolzen, von der selbsttätig beim Durchlaufen der Maschine sechs Messungen ausgeführt werden. Die elektromotorisch angetriebene Maschine führt nacheinander eine Oberflächenkontrolle, Messung der Exzentrizität, der Härte, der Steigung und Länge des Motors sowie des Bolzendurchmessers aus. Die letzten beiden Maße werden mit einer Genauigkeit von $\frac{1}{10\,000}$ durch elektrische Meßlehren ermittelt. Über- und Untermaß werden sortiert und mit entsprechendem Über- und Untermaß der Kolbenbohrungen zusammengebracht. Die Kolben einer Maschine werden nach Gewicht zusammengestellt und ineinander passende Sätze ausgewogen. Elektrische Lehren mit leichter Ablesbarkeit, großer Skala und hochwertiger Genauigkeit sind mehr und mehr zu finden. Elektrische Meßlehren werden auch in Sonderbauart als Dickenmeßgerät für die laufende Kontrolle von Blechbändern in Kaltwalzwerken mit Erfolg benutzt. Sie gestatten eine genaue Messung bei leichter Ablesbarkeit und lösen auf diese Weise eine seit langem gestellte Aufgabe.

Die Anwendung der selbsttätigen Maschine unter Ausschaltung von Fehlern der menschlichen Hand macht sich auch in dem weitgehenden Gebrauch von selbsttätigen Schweißmaschinen innerhalb der Fertigung bemerkbar. Lichtbogenschweißung und Widerstandsschweißung finden umfangreiche Anwendung. Im Behälterbau und für die Fertigung von Blechkästen aller Art sind Widerstandsschweißautomaten häufig in Sonderausfertigung für den speziellen Herstellungsgang anzutreffen. Die gittergesteuerte Schweißmaschine mit Gleichrichter hat infolge ihrer Vorteile in der Dosierung der Strommenge insbesondere bei Behandlung von dünnen Blechen Verbreitung gefunden und ist zu einer gebräuchlichen Werkmaschine geworden. Die Automatisierung ist soweit durchgeführt, daß die Bedienung solcher Schweißautomaten besonders im Apparatebau häufig durch Frauen erfolgt. Für schwierige Schweißung bei Handschweißung sind motorisch angetriebene Vorrichtungen für die Bewegung des Werkstückes anzufinden.

Krane und Hebezeuge.

Die Bedienung der Werkstätten erfolgt durch Krane und Hebezeuge, wobei der elektrische Antrieb in vielseitigster Form verwendet wird. Besonders bei kleinen Kranen ist Flursteuerung die gebräuchliche Form. Die Steuerungen sind als Druckknopfsteuerungen ausgebildet. Allgemein kann gesagt werden, daß gerade bei Kranen und Hebezeugen die Schützensteuerung eine ungleich größere Verbreitung gefunden hat als in Deutschland. Nur selten sind Steuerwalzen anzutreffen. Der höhere Anschaffungspreis der Schützensteuerung scheint keine Rolle zu spielen. Zumindest wird der Vorteil der Druckknopfsteuerung so bewertet, daß man vor der Anschaffung einer Schützensteuerung nicht zurückschreckt. An den Kranen sind die Druckknopftafeln mit Drahtlitzen aufgehängt und weisen je nach Ausführung des Kranes häufig eine sehr große Zahl von Druckknöpfen auf, z. B. wenn alle drei Bewegun-

gen, Heben, Katzfahren und Kranfahren, elektrisch erfolgen.

Die Schützen sind unter Verwendung von in Luft schaltenden Schaltern zu vollständig im Werk geschalteten Schützensteuerungen zusammengebaut. Sie sind gewöhnlich in Blechkästen eingebaut und auf dem Kranerüst aufgestellt. Auch der größere Platzbedarf der Steuerung gegenüber Kontrollern wird in Kauf genommen. Es ist zweifellos, daß die Anwendung der Druckknopfsteuerung in Verbindung mit Fernschaltern vorteilhaft ist, besonders wenn mit der Bedienung durch ungeschulte Arbeiter gerechnet werden muß. Dieser Fall trifft in den V. S. Amerika in besonderem Maße zu, und dies mag auch der Grund sein, weshalb diese Steuerungsart besondere Verbreitung gefunden hat, abgesehen davon, daß man geneigt ist, für derartige Verbesserungen mehr Geld aufzuwenden, wenn dem Mehraufwand entsprechende Vorteile gegenüberstehen.

In der Fördertechnik ist bemerkenswert, daß die Mitlieferung der mechanischen Bremse durch die Elektrizitätsfirma durchweg üblich geworden ist. Die im Kranbau benutzten Bremsen sind als freistehende Backenbremsen ausgeführt, die auf der als Bremsscheibe ausgebildeten Kupplung zwischen Motor und Antrieb aufliegen. Bremslüfter und Bremse sind auf einer Grundplatte zusammen-

gebaut. Durchweg hat sich die Federbremse durchgesetzt. Gewichtsbremsen sind bei neueren Ausführungen überhaupt nicht mehr zu finden. Die in Europa zu findende Abneigung gegen Federbremsen ist in den V. S. Amerika restlos überwunden, und man macht in vollem Umfange von den Vorteilen der masselosen Federbremse, die alle Ruckerscheinungen des Fallgewichtes ausschaltet, Gebrauch. Besonders in Verbindung mit den sehr verbreiteten elektrohydraulisch arbeitenden Bremslüftern

an Stelle von Magnetbremslüftern arbeiten die Federbremsen weich und stoßfrei, so daß sie allen im Hebezeugbau an eine Bremse gestellten Anforderungen in vollem Maße entsprechen. Elektrohydraulische Bremslüfter werden für Drehstrom und Gleichstrom benutzt. Während die Anwendung der Federbremsen im Kranbau ausschließlich geworden ist, hat man die verfeinerten Möglichkeiten der elektrohydraulischen Bremslüfter zum Zweck der Geschwindigkeitsregelung¹⁾ noch nicht erkannt.

Auf dem Gebiet der Greiferkrane ist zwar der Hull-Greifer noch anzutreffen, doch wird die schwere Konstruktion der Krane aus Vollblechträgern mehr und mehr durch leichte Gitterkonstruktion verdrängt, wie sie in Deutschland zu finden sind. Die Greifersteuerungen zeichnen sich durch große Einfachheit aus. Neben der Einmotoren-Greifersteuerung mit mechanischer oder elektrischer Betätigung von Kupplung und Haltebremse ist als Zweimotoren-Greifersteuerung lediglich die Zweihelbesteuerung ohne mechanische Kupplung anzutreffen. Die Zweimotorensteuerung in der letztgenannten Ausführung ist wegen ihrer Einfachheit in der Anordnung und ihrer Steuerfähigkeit, die den Ansprüchen einer Greifersteuerung unter Aufwendung einfachster Mittel genügt, beliebt.

Der Aufzugsbau ist für unsere Verhältnisse nicht übertragbar, da die Anwendungsfälle großer Hochhäuser fehlen. Äußerst sinnreiche Schaltungen ermöglichen höchste Vollkommenheit in bezug auf die Stoßfreiheit der Kabine beim Anfahren und Stillsetzen. Bei den schnellfahrenden Aufzügen werden mechanische Anschläge im Schacht durch elektrische Lösungen ersetzt, um größte Geräuschlosigkeit zu erzielen. Derartige Anordnungen sind in Deutschland noch selten anwendbar.

¹⁾ C. Schiebeler, Die Eldrobremsteuerung für Hebezeuge. Fördertechn. 30 (1936) H. 17, 18, S. 203. S. a. ETZ 57 (1936) S. 47.



Abb. 2. Die Triborough-Brücke in New York.

Wasserbauanlagen.

In auffallendem Maße sind Wasserbauanlagen in den V. S. Amerika vertreten, unter denen die Hubbriicken eine besondere Stellung einnehmen. Anlagen dieser Art gibt es in allen Abmessungen und Leistungsstufen. Für die Ausbildung der elektrischen Ausrüstung ist die Sicherheit in erster Linie maßgebend, der gegenüber die Höhe des Anschaffungspreises zurücktritt. Es finden sich daher sehr kostspielige und ausgedehnte Anlagen dieser Art. Eine der zuletzt in Betrieb genommenen Hubbriicken größerer Ausführung ist die Triborough-Briicke, New York, die den Harlem River Canal überbrückt (Abb. 2). Die Anlage ist dadurch bemerkenswert, daß sie trotz ihrer Größe eine reine Drehstromausrüstung anstatt der sonst für solche Fälle in den V. S. Amerika üblichen Leonardsteuerung erhält. Die Motoren können von einem Ortsnetz mit Drehstrom von 60 Hz gespeist werden. Für den Fall, daß dieses Netz ausfällt, ist über eine zweite Umspannstation mit zugehöriger Schaltanlage der Anschluß an ein zweites Netz möglich. Für den Fall, daß beide Netze ausfallen, steht auf der Anlage ein eigener durch Benzinmotor angetriebener Generator zur Verfügung. Das Anlassen des Benzinmotorsatzes ist sowohl örtlich neben dem Maschinensatz als auch durch Fernsteuerung von der Schaltwarte aus möglich. Der Hauptantrieb besteht aus 6 Drehstrommotoren 147 kW, 60 min, 580 U/min, 440 V, 60 Hz, von denen zwei als Ausgleichmaschinen in Art der elektrischen Welle miteinander verbunden sind. Die Ausgleichmotoren dienen dazu, für ein absolut gleiches Heben des Balkens an beiden Türmen zu sorgen, damit auch die kleinste Schräglage vermieden wird.

Die Bedienung erfolgt von einem Führerstand mit einer Schaltwarte, die an übersichtlicher Stelle angeordnet ist. Das Schalterpult enthält umfangreiche Anzeigeeinrichtungen, Meßinstrumente und sämtliche Bedienungselemente, die für die Fernsteuerung der Anlage

erforderlich sind. Die Bestückung mit Signal- und Überwachungsorganen ist außerordentlich reichlich. Von hier aus erfolgt auch die Bedienung der Lichtsignale für die Verkehrsregelung und der Schranken in ähnlicher Weise, wie das in hiesigen Anlagen ausgeführt wird.

Die Zentralsteuerung tritt auch in anderen Industrieanlagen in Erscheinung durch eine Zusammenfassung der Steuergeräte in einem Schalterpult, das an übersichtlicher Stelle der Industrieanlage zur Aufstellung kommt. Die Zusammenfassung der Steuergeräte an einer Stelle soll die Übersicht und Anpassung an den Arbeitsvorgang für den Bedienungsmann erleichtern.

Zusammenfassung.

Für die Anwendung der elektrischen Kraftübertragung in Industrieanlagen kann festgestellt werden, daß der in den V. S. Amerika in der Nachkriegszeit bestehende Vorsprung nunmehr aufgeholt ist und praktisch von einem gleichen Stand der Technik für dieses Gebiet gesprochen werden kann. Gewiß findet man Personenaufzüge in Hochhäusern bis zu hier nicht ausgeführten Geschwindigkeiten von 7,5 m/s, Blechwalzwerke von ungewöhnlicher Leistung und Anhäufung mit dazugehörigen Vergütungsanlagen unter Ausnutzung der Elektrowärme mit sehr großem Energieverbrauch sowie eine auffallend große Zahl von Wasserbauanlagen, insbesondere von Hubbriicken, doch handelt es sich hierbei letzten Endes um Unterschiede quantitativer Art. Sie sind mehr oder weniger durch die Verschiedenheit des Marktes und seine Anforderungen bedingt. Ein großer Teil der vor dem Kriege in Betrieb genommenen Wandertische ist in der Zwischenzeit drüben stillgesetzt worden. Man hat auch dort gelernt, die fließende Herstellung auf diejenigen Erzeugnisse zu beschränken, für die eine derartige Massenerstellung am Platze ist.

Die Nichteisen-Metallwirtschaft im Jahr 1936¹⁾. —

Die für 1936 festzustellende binnenwirtschaftlich bedingte Besserung der wirtschaftlichen Verhältnisse in der Welt sowie die Erhöhung der zwischenstaatlichen Austauschbeziehungen haben nach dem Bericht der Metallgesellschaft AG., Frankfurt a. M.²⁾ auch auf dem Gebiet der Nichteisenmetalle ihren Ausdruck gefunden. Wie Zahlentafel 1 nachweist, ist die

Zahlentafel 1. Erzeugung der Hütten und Verbrauch der wichtigeren Nichteisenmetalle in den Jahren 1929, 1935 und 1936.

in 1000 t	1929		1935		1936	
	Erz.	Verbr.	Erz.	Verbr.	Erz.	Verbr.
Aluminium	282	276	260	307	366	407
Blei	1739	1703	1371	1454	1467	1579
Kupfer	1895	1761	1495	1528	1698	1779
Zink	1457	1440	1338	1374	1472	1510
Zinn	195	184	148	161	187	173

Erzeugung der wichtigsten unter ihnen gegenüber dem Vorjahr zum Teil recht erheblich gewachsen, so bei Aluminium um 41, bei Zinn um 26 und bei Kupfer um fast 14%. Das erstgenannte, für Industrie, Gewerbe und Verkehr zu größter Bedeutung gelangte Leichtmetall hat auch allein die Erzeugung von 1929 merklich, und zwar um 30%, überschreiten können. Im Gegensatz zur Depressionszeit suchen die Erzeuger heute durch Erweiterung ihrer Anlagen den stärkeren Bedarf zu befriedigen, um keine Marktstörungen und ungesunden Preissteigerungen herbeizuführen. Den Mitgliedern der internationalen Kartelle usw. wurden dementsprechend weitgehende Erzeugungsfreiheiten gegeben. Sehr günstig hat sich die Erz- und Metallgewinnung in den britischen Gebieten Nordamerikas, in Asien und teilweise in Afrika entwickelt, während Europa besonders in der Hütten- und Raffinationsindustrie Fortschritte aufweist. Nennenswert gewachsen ist die Bergwerks-erzeugung Jugoslawiens.

Die beträchtlichste Erhöhung des Verbrauchs ergibt sich im Berichtsjahr gegenüber 1935 aus bekannten Gründen wiederum für Aluminium, und zwar um nahezu 33%. Den

Verbrauch von 1929 hat das Metall bereits um 48% überschritten; die absolute Menge seines Verbrauchs liegt mit rd. 0,4 Mill t freilich immer noch bedeutend unter der des Kupfers, das gegen 1935 eine Steigerung um rd. 16% aufweist, sowie des Bleis und Zinks. Beachtenswert ist die Zunahme des Metallverbrauchs je Kopf der Weltbevölkerung im Vergleich der Jahre 1900 und 1936; sie erreichte bei Aluminium (196,8 g) rd. 3900%, bei Kupfer (853 g) 140%. Erhebliche Fortschritte im Verbrauch der Nichteisenmetalle zeigen neben Europa, früheres Zurückbleiben nachholend, die V. S. Amerika und Japan. Was allgemein die Deckung des Metallbedarfs betrifft, so ist die Metallgesellschaft der Meinung, daß die Versorgung der Welt solange auf die natürlichen Erzvorkommen angewiesen bleibe, als nicht für die Metalle vollwertige, aus in den größeren Verbrauchsgebieten hinreichend vorhandenen Rohstoffen herstellbare Austauschstoffe zu finden seien. Bei dem verhältnismäßig hohen Zuschußbedarf Europas an Nichteisenmetallen außer Aluminium bilde auch ein relativ großer zwischenstaatlicher Gütertausch die Voraussetzung für eine normale Befriedigung des Metallbedarfs der wichtigeren Verbrauchs- und Industriegebiete.

Die Preise der Nichteisenmetalle haben sich 1935/36 langsam gebessert und lagen zur Zeit des Berichts trotz des Rückgangs, der einer außergewöhnlichen, zum Teil spekulativen Steigerung im März 1937 folgte, immer noch wesentlich über den für die letzten Jahre festgestellten Jahresdurchschnittsnotierungen. /m.

621. 312. 003 (485) Die schwedische Elektroindustrie im Jahre 1936. — Das Jahr 1936 brachte der A S E A eine fortgesetzte Belebung mit vergrößertem Umsatz und Auftrags-eingang. Ende des Jahres konnten die neuen Werkstätten den Betrieb aufnehmen. Die größten Inlandaufträge erteilten die Staatsbahnen und die Kgl. Wasserfalldirektion. Die rege Bautätigkeit führte außerdem zu umfangreichen Bestellungen. Wenn auch das spanische Geschäft fast aufhörte, so ist die Ausfuhr trotzdem gestiegen. 1936 erwarb die ASEA die Aktienmehrheit in ASEA Electric Agency Ltd., Sidney (Kapital £ 15 000), und erhöhte das Kapital der finnischen Tochtergesellschaft von 1 auf 6 Mill Fmk. Beide Transaktionen sind in der Bilanz bereits abgeschrieben. Ferner übernahm die ASEA die Aktienmehrheit in der Elektriska Aktiebolaget

¹⁾ Vgl. ETZ 58 (1937) H. 13, S. 359.

²⁾ Statistische Zusammenstellungen, 38. Jahrg. 1927—1936.

Helios, ein Unternehmen, welches sich mit der Erzeugung von Geräten der Elektrowärme befaßt. Die Zahl der Arbeiter und Angestellten des Konzerns in Schweden betrug Ende des Jahres 15 241 (i. V. 13 599). Die Tochtergesellschaften waren gut beschäftigt. Am Abschluß des Geschäftes zum Ausbau des Kraftwerkes Kegum 75 000 kW in Lettland war die A.B. Electro-Invest beteiligt, und die ASEA wird die elektrische Ausrüstung liefern. Der Bruttogewinn wird bei einem Ertrage von 7,56 Mill RM (5,02 i. V.) und nach Abschreibungen mit 1,06 Mill RM (1,11 i. V.) zu 6,5 Mill RM (4,01 i. V.) ausgewiesen. Hierzu kommen Zulagen aus der Grundstücks- bzw. Finanzverwaltung und Abzüge für Zinsen und Steuern, so daß der Reingewinn 5,12 Mill RM (4,36 i. V.) beträgt. Mit dem Gewinnvortrag stehen insgesamt 6,82 Mill RM zur Verfügung, wovon 9% (i. V. 7%) ausgeschüttet werden.

Die A.B. Elektrolux berichtet über einen erhöhten Umsatz sowohl in den selbst als auch in den von den amerikanischen Lizenznehmern bearbeiteten Ländern. Ein verheerender Brand in der Stockholmer Fabrik Juli 1936 hat gewisse Betriebs Einschränkungen erzwungen und Sonderausgaben veranlaßt, die nicht ohne Einfluß auf das Jahresergebnis waren. Mitte des Jahres wurde die erste Million verkaufte Kühlschränke gezählt. Der Ertrag wurde mit 5,22 Mill RM (4,80 i. V.) ausgewiesen. Hierzu kommen Zinsen, Dividenden usw. der Finanzverwaltung und Tochtergesellschaften bzw. Abzüge für Unkosten und Steuerrückstellung, so daß der Reingewinn 5,55 Mill RM (6,16 i. V. ohne Steuerrückstellung) beträgt. Mit dem Gewinnvortrag und abzüglich 5% Vorschußdividende stehen 8,65 Mill RM (8,10 i. V.) zur Verfügung, wovon 5% Schlußdividende für 1936 (also insgesamt 10% wie i. V.) ausgeschüttet, und 6,31 Mill RM vorgetragen werden. Mit rd. 17,5 Mill RM Barmittel und Bankguthaben ist die Lage außerordentlich flüssig, so daß das Kapital um 25% unter Zurückzahlung von RM 16,50 je Aktie Ende 1936 herabgesetzt wird.

Auch die Telefonaktiebolaget L. M. Ericsson meldet einen gesteigerten Umsatz und Auftragseingang, wie dies aus der folgenden Aufstellung hervorgeht. Die Zahlen (in Mill RM.) wurden für die ausländischen Erzeugungsstätten zum Durchschnittskurse des Berichtjahres errechnet.

	Umsatz		Vorliegende Aufträge	
	1936	1935	1936	1935
Telefonfabrik	12,2	10,0	9,9	8,1
Kabelwerk Alvsjö	3,1	3,4	1,6	1,5
Sonstige Werke	45,6	38,9	28,6	27,8
	60,9	52,3	40,1	37,4

Die Zahl der Teilnehmer der Betriebsgesellschaften erhöhte sich um 16 102 auf 276 386, nachdem in Argentinien Telephongesellschaften mit 12 532 Teilnehmern an die United River Plate Telephone Co. überführt wurden. Die englische Tochtergesellschaft Ericsson Telephone Ltd. gab 25% Dividende, Max Sieverts Fabriks AB. in Sundbyberg erhöhte ihr Aktienkapital von 1,5 auf 2,5 Mill RM durch Gratisemission, die finnische Tochtergesellschaft O/Y L. M. Ericsson AB. erhöhte das Kapital von 1,95 auf 4,0 Mill RM. Die Signalbauanstalt, L. M. Ericssons Signal AB. erhöhte ebenfalls ihr Kapital von 0,03 auf 0,1 Mill RM. Der Bruttogewinn stieg auf 4,63 Mill RM (3,27 i. V.). Unter Hinzurechnung von Lizenzen, Dividenden und Zinsen bzw. Abzug von Handlungsunkosten, Zinsen, Abschreibungen und Steuerrückstellungen bleibt ein Reingewinn von 0,27 Mill RM (0,19 i. V.). Nach einer Delkredererückstellung in Höhe von 12,5 Mill RM und Hinzurechnung eines vorgetragenen Verlustes von 5,9 Mill RM, wird der Gesamtverlust durch Kapitalzusammenlegung gedeckt, und zwar indem die Aktien je 31 RM auf je 22 RM herabgesetzt werden¹⁾.

Hldn.

¹⁾ Die Umrechnung der Währung erfolgte nach einem Mittelkurs von 100 RM = 100 SKr.

STATISTISCHE MITTEILUNGEN

(Mitgeteilt von der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.)

Canadas Elektroaußenhandel 1936. — Die Elektro-einfuhr (Zahlentafel 1) von Canada betrug 1936 29,4 Mill RM. Sie ist gegenüber 1935 um 6,5 Mill RM oder 28,6%, gegenüber 1934 um 7,8 Mill RM oder 36,5% gestiegen. Hauptgruppen der Einfuhr und auch der Zunahme waren Maschinen, Anlaß- und Kontrollvorrichtungen, Telegraphie und Telefonie mit und

Zahlentafel 1. Canada. Elektro-einfuhr 1934 bis 1936.

	1934	1935	1936	Anteil an der Gesamt-El.-Einfuhr		
	1000RM	1000RM	1000RM	1934	1935	1936
nach wichtigen Warengruppen:						
Generatoren, Motoren, Transformatoren usw.	3 741	4 076	5 974	17,3	17,8	20,2
Rheostate, Anlaß- und Kontrollvorrichtungen	794	847	1 164	3,7	3,7	4,0
Akkumulatoren, Elemente	606	644	702	2,8	2,8	2,4
Kabel und isolierte Drähte	263	252	248	1,2	1,1	0,8
El. Zählvorrichtungen	234	275	407	1,1	1,2	1,4
Schalt- u. Sicherheitsvorrichtungen, Installationsmaterial	1 534	1 783	2 018	7,1	7,9	6,8
Telegraphie und Telefonie mit Draht	1 307	1 195	1 768	6,1	5,3	6,0
Rundfunkgeräte	4 165	4 195	5 601	19,3	18,3	19,0
Rundfunkröhren	394	638	719	1,8	2,8	2,4
Glühlampen	392	372	581	1,8	1,6	2,0
Automobil- und Taschenlampen	1 169	1 360	1 223	5,4	5,9	4,2
Beleuchtungszubehör	621	515	1 426	2,9	2,3	4,9
Koch- und Heizapparate, Staubsauger	649	360	823	3,0	1,6	2,8
Zündmagnete, -kerzen und ähnliches	720	729	267	3,3	3,2	0,9
Kohle f. d. Elektrotechnik	942	934	963	4,4	4,1	3,2
Porzellan- u. a. Isolatoren	436	439	492	2,0	1,9	1,7
Andere Apparate und Vorrichtungen	3 593	4 274	5 051	16,8	18,5	17,3

nach wichtigen Herkunftsländern*)

V. S. Amerika	19 044	20 032	25 351	88,4	87,5	86,1
Großbritannien	1 753	2 430	3 431	8,1	10,6	11,7
Schweiz	179	66	186	0,8	0,3	0,6
Deutschland	42	87	112	0,2	0,4	0,4
sonstige	542	273	346	2,5	1,2	1,2
insgesamt	21 560	22 888	29 427	100	100	100

*) Geordnet nach der Größe der Einfuhr 1936.

ohne Draht, die zusammen ihren Anteil an der Einfuhr von 47,9% 1935 auf 51,6% 1936 gesteigert haben. Von den kleineren Gruppen seien mit besonders großen Einfuhrzunahmen noch genannt die Zählvorrichtungen, Glühlampen, Beleuchtungszubehör, Koch- und Heizapparate und Staubsauger. Das Vorjahresultat wurde nicht erreicht bei Kabeln und Drähten, Automobil- und Taschenlampen, Zündmagneten usw. Die Einfuhr von Canada wird fast völlig von den V. S. Amerika und England bestritten. Deutschland ist mit weniger als 1% an der Belieferung beteiligt, hat aber seine Ausfuhr nach Canada in den letzten Jahren erheblich steigern können. Die Elektroausfuhr (Zahlentafel 2) von Canada betrug 1936 fast 13 Mill RM. Gegenüber 1935 ist sie um 13,6%, gegenüber 1934 um 50,4% gestiegen. Wichtigste Gruppen waren Koch- und Heizapparate, Zündvorrichtungen, Kohlenelektroden, Telegraphie und Telefonie, Kabel und Draht, auf die zusammen 1936 68% der Ausfuhr fallen. Hauptabsatzgebiete sind Großbritannien und die englischen Länder sowie Südamerika.

Zahlentafel 2. Canada. Elektroausfuhr 1934 bis 1936.

	1934	1935	1936	Anteil an der Gesamt-El.-Ausfuhr		
	1000RM	1000RM	1000RM	1934	1935	1936
nach wichtigen Warengruppen						
Elektrische Maschinen	202	414	786	2,3	3,6	6,0
Akkumulatoren und Elemente	707	854	608	8,3	7,5	4,7
Kabel und isolierte Drähte	821	1 161	1 166	9,5	10,2	9,0
Telegraphie und Telefonie mit und ohne Draht	863	898	1 375	10,0	7,8	10,6
Koch- und Heizapparate	1 784	2 588	2 823	20,7	22,6	21,8
Staubsauger	647	1 572	625	7,5	13,8	4,5
Zündmagnete, -apparate, -kerzen	1 164	1 297	1 802	13,5	11,4	13,9
Kohlenelektroden	1 432	1 208	1 632	16,6	10,6	12,6
Elektroporzellan	319	714	975	3,7	6,3	7,5
nicht bes. ben. el. Apparate	686	713	1 183	7,9	6,2	9,1
nach wichtigen Ländern*)						
Großbritannien	2 484	3 566	3 513	28,8	31,2	27,1
Brit. Südafrika	1 525	2 078	2 469	17,7	18,2	19,0
Neuseeland	755	902	1 306	8,8	7,9	10,1
Austral. Bund	468	724	1 042	5,4	6,3	8,0
Brasilien	279	382	655	3,2	3,3	5,0
Mexiko	372	268	476	4,3	2,3	3,7
Irland	176	516	418	2,1	4,5	3,2
Neufundland	106	98	360	1,2	0,9	2,8
Chile	115	248	349	1,3	2,2	2,7
Argentinien	455	547	238	5,3	4,8	1,8
sonstige	1 890	2 090	2 149	21,9	18,4	16,6
insgesamt	8 625	11 419	12 975	100	100	100

*) Geordnet nach der Größe der Ausfuhr 1936.

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus,
Fernsprecher: 30 06 31. — Postscheckkonto: Berlin 213 12.

Energiewirtschaftsgesetz.

VDE-Bestimmungen als anerkannte Regeln der Elektrotechnik.

Am 31. August 1937 wurde die „Zweite Verordnung zur Durchführung des Gesetzes zur Förderung der Energiewirtschaft (Energiewirtschaftsgesetz)“ bekanntgegeben, in der in § 1, Abs. 2 die VDE-Bestimmungen als anerkannte Regeln der Elektrotechnik verankert sind¹⁾. Da hierüber bei den beteiligten Stellen noch einige Unklarheiten bestanden, hat der Reichs- und Preußische Wirtschaftsminister in dem nachstehend mit seiner Genehmigung veröffentlichten Schreiben eine Auslegung dieser Bestimmung gegeben.

Der Reichs- und Preußische
WirtschaftsministerBerlin W 8, den 11. Dezember 1937
Behrenstraße 43

IV 46501/37

III 12427/37

An

- a) die Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung
über den Leiter der Reichsgruppe Energiewirtschaft,
Berlin W 50, Rankenstr. 1,
- b) den Verband Deutscher Elektrotechniker, Berlin,
- c) die Landesregierungen, die Preußischen Regierungspräsidenten, den Polizeipräsidenten in Berlin sowie die Oberbergämter,
- d) das Amt für deutsche Roh- und Werkstoffe,
Berlin W 8, Behrenstr. 68/70,
- e) den Reichsverband der Technischen Überwachungsvereine,
Berlin.

Betrifft: Zweite Verordnung zur Durchführung des Gesetzes
zur Förderung der Energiewirtschaft (RGBl. I Nr. 97).

In den beteiligten Kreisen der Wirtschaft und bei behördlichen Stellen sind Meinungsverschiedenheiten darüber aufgetreten, welche Bedeutung dem § 1 der 2. Durchführungsverordnung beizumessen ist, insbesondere welche Stellung nach diesem Wortlaut den Bestimmungen des VDE zukommt. Zur Klarstellung des Sachverhalts bemerke ich, ohne den demnächst von mir gemäß § 7 der 2. Durchführungsverordnung zu erlassenden Verwaltungsbestimmungen vorzugreifen, folgendes:

„Im Vordergrund steht gemäß Abs. 1, daß die elektrischen Energieanlagen und Energieverbrauchsgeräte ordnungsmäßig, d. h. nach den anerkannten Regeln der Elektrotechnik einzurichten und zu unterhalten sind. Dieser allgemein geltende Grundsatz wird durch die Bestimmung unter Abs. 2 des § 1 ergänzt, die besagt, daß als solche Regeln die Bestimmungen des VDE gelten. Dieser Absatz 2 der Verordnung stellt lediglich fest, daß Anlagen, die gemäß den Bestimmungen des VDE eingerichtet und entsprechend unterhalten werden, als ordnungsmäßig gelten, d. h. den anerkannten Regeln der Elektrotechnik entsprechen. Wer also entsprechend den VDE-Bestimmungen vorgeht, kann sich die Prüfung ersparen, ob seine Anlage den Grundforderungen des Absatzes 1 a. a. O. entspricht. Die Herausstellung der VDE-Bestimmungen habe ich vorgenommen und vornehmen können, weil der VDE bei der Gestaltung der Elektrotechnik in sicherheitstechnischer Richtung alle beteiligten Stellen der Behörden und Wirtschaft mitwirken läßt. Die von diesen Stellen in der Praxis gesammelten Erfahrungen werden bei der Gestaltung der VDE-Bestimmungen verwertet.

Bei Beachtung dieser Bestimmungen ist also Gewähr dafür gegeben, daß den in § 13 Abs. 2 des Energiewirtschaftsgesetzes gestellten Forderungen entsprochen ist. Es liegt demnach grundsätzlich kein Anlaß vor, bei der Einrichtung von elektrischen Energieanlagen und Energieverbrauchsgeräten von den VDE-Bestimmungen abzuweichen. Die Anerkennung der VDE-Bestimmungen im vorstehenden Umfange befindet sich bereits in dem dem Erlaß des Preußischen Ministers für Handel vom 23. März 1929 beigefügten Entwurf einer Polizeiverordnung, betreffend Schutz der elektrischen Starkstromanlagen (HMBl. 1929, S. 82).

Soweit bestimmte Gebiete dieser Art von den Bestimmungen des VDE nicht erfaßt werden, ist es in erster Linie Aufgabe der Hersteller, der Versorgungsunternehmen und der Installateure unter eigener Verantwortung zu prüfen und zu entscheiden, ob den Bestimmungen des § 1 Abs. 1 Genüge getan ist. Gelten besondere behördliche Vorschriften, so sind naturgemäß diese zu befolgen. Wenn in einer Polizeiverordnung z. B. in der Verordnung vom 15. 2. 1935 die Theater, Lichtspieltheater und Versammlungsräume betreffend, von mir an die in Frage kommenden elektrischen Anlagen Anforderungen gestellt worden sind, die über die Bestimmungen des VDE hinausgehen, so sind auch diese in sicherheitstechnischer Richtung nur im Rahmen der allgemeinen Regeln der Technik gestellt. Dieser Weg mußte beschritten werden, weil der VDE die für die Theater usw. sicherheitstechnisch notwendigen Sondervorschriften bisher nicht aufgestellt hat. Auf anderen Teilgebieten können die Verhältnisse ähnlich liegen. Für die zuständigen Behörden kann sich in derartigen Fällen die Notwendigkeit ergeben, über den Rahmen der allgemeinen VDE-Bestimmungen hinaus weitere Anforderungen zu stellen. Da der VDE für die im vorbezeichneten Erlaß behandelten Anlagen unter meiner Mitwirkung Sonderbestimmungen schafft, liegt für mich kein Anlaß vor, nach Inkrafttreten dieser Sonderbestimmungen des VDE die mit dem genannten Erlaß herausgekommenen Grundsätze weiter beizubehalten. Die infolge der Rohstoffverknappung geschaffene Lage kann es weiter mit sich bringen, daß bei der Erstellung von Energieanlagen und Energieverbrauchsgeräten nicht in allen Punkten gemäß den Bestimmungen des VDE vorgegangen werden kann. In diesen Fällen wird auf Grund einer von den beteiligten Stellen mit dem VDE getroffenen Vereinbarung so verfahren, daß eine Gewähr für die Beachtung der sicherheitstechnischen Belange gegeben ist.

Der Sinn des § 1 a. a. O. wird vollständig verkannt, wenn angenommen wird, daß jede Abweichung von den VDE-Bestimmungen einer besonderen Ausnahme bedarf. Bestehen behördliche Sondervorschriften, die aus den vorstehend angegebenen Gründen in bestimmten Fällen notwendig sind, so ist es selbstverständlich auch Angelegenheit der Behörden, erforderlichenfalls Ausnahmen von den ihnen erlassenen Bestimmungen zu erteilen. Dies gilt auch, wenn in besonders gelagerten Fällen den Behörden Abweichungen von den VDE-Bestimmungen notwendig erscheinen. Soweit weiterhin entsprechend der Entwicklung der Elektrotechnik und den gemachten Erfahrungen eine Ergänzung der Bestimmungen des VDE sich als notwendig erweist, ist es Aufgabe der beteiligten Stellen, die erforderlichen Schritte beim VDE zu unternehmen oder mir entsprechende Vorschläge zu unterbreiten. Abwegig ist die mir bekannt gewordene Auffassung, daß nunmehr alle Energieanlagen und Energiegeräte das VDE-Zeichen erhalten müssen. Die Frage des VDE-Zeichens ist in dieser Verordnung an keiner Stelle behandelt. Ich habe die Absicht, für bestimmte Anlagenteile vorzuschreiben, daß sie nur dann eingebaut werden dürfen, wenn für sie das VDE-Zeichen erworben ist. Ich werde diese Angelegenheit unabhängig von der Zweiten Durchführungsverordnung regeln.

Im Auftrag
gez. Rühl

Stempel:

Reichs- und Preußisches
Wirtschaftsministerium

Beglaubigt

gez. Chojnacki
Kanzleiangestellte¹⁾ ETZ 58 (1937) S. 1016 u. 1021.

Fachberichte zur VDE-Mitgliederversammlung 1938.

Unter Bezugnahme auf die Veröffentlichung in ETZ 58 (1937) H. 48, S. 1303 erinnern wir daran, daß Anmeldungen von Fachberichten für die 40. Mitgliederversammlung des VDE in Köln vom 23. bis 25. Mai 1938 bis spätestens zum 10. Januar 1938

eingereicht werden müssen. In der oben genannten Veröffentlichung wurden nähere Angaben über Inhalt und Ausgestaltung der Berichte sowie über die zunächst in Aussicht genommenen Fachgruppen gemacht. Es wird nochmals darum gebeten, den Anmeldetermin keinesfalls zu überschreiten, da wegen des frühen Zeitpunktes der Mitgliederversammlung die Vorarbeiten für die Fachberichte beschleunigt durchgeführt werden müssen.

VDE-Fachberichte 1937.

Die Fachberichte unserer letzten (39.) Mitgliederversammlung in Königsberg i. Pr. sind in Buchform erschienen.

Der Band enthält auf 242 Seiten DIN A 4 außer den 59 Fachberichten den vollen Wortlaut der Aussprachen, die Einführungen zu den 16 Gruppen und 323 Abbildungen nach den vorgeführten Lichtbildern. Dem Band sind wiederum Inhaltsfahnen nach DIN 1504 mit DK-Zahlen, Verfasser-namen, Titel, Quellenangabe und Kurzreferat lose beigegeben. Über den genauen Inhalt unterrichtet ETZ 58 (1937) H. 23, S. 645 sowie ein ausführlicher Prospekt, der kostenlos abgegeben wird. Die Preise sind:

Für VDE-Mitglieder	
kartoniert 8,— RM	Halbleinen 10,— RM
Für Nichtmitglieder	
kartoniert 12,— RM	Halbleinen 15,— RM

Die Fachberichte sind durch jede Buchhandlung von der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus, zu beziehen.

Besuchsabkommen mit ausländischen elektrotechnischen Vereinigungen.

Bereits seit dem Jahre 1913 besteht zwischen dem American Institute of Electrical Engineers, New York, und dem Verband Deutscher Elektrotechniker ein Besuchsabkommen, das sich gut bewährt hat¹⁾. Dieses Besuchsabkommen besteht darin, daß den Mitgliedern der beiden Körperschaften beim Besuch des Landes der anderen Körperschaft Gastausweise ausgestellt werden, in denen die Mitgliedschaft bestätigt wird und durch die dem Inhaber des Ausweises bei der anderen Körperschaft die Rechte eines Mitgliedes auf die Dauer von drei Monaten eingeräumt werden. Hierdurch genießt der Inhaber eines derartigen vom VDE ausgestellten Ausweises alle den Mitgliedern der anderen Vereinigung zugänglichen Vorteile und Vergünstigungen, er erhält von der Geschäftsstelle Unterstützung, Ratschläge und Auskünfte und hat Zutritt zu den technisch-wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Veranstaltungen der befreundeten Körperschaft. Hierdurch ist eine weitgehende Förderung und Erleichterung auf fachlichem Gebiet gewährleistet.

Auf Grund einer Anregung der Wissenschaftlichen Abteilung hat der VDE nunmehr auch mit den maßgebenden elektrotechnischen Vereinigungen in England, Frankreich, Italien, Japan, Österreich und Ungarn derartige Besuchsabkommen abgeschlossen. Von allen diesen Vereinigungen wurde die Anregung des VDE im Hinblick auf eine Förderung und Vertiefung der internationalen Zusammenarbeit auf elektrotechnischem Gebiet freudig begrüßt. Derartige Besuchsabkommen bestehen also heute mit folgenden Körperschaften:

- England: The Institution of Electrical Engineers, Savoy Place, Victoria Embankment, London W. C. 2.
- Frankreich: Société Française des Electriciens, Paris (XVe), 14, Rue de Stael.
- Italien: Associazione Elettrotecnica Italiana, Mailand (103), Via S. Paolo 10.
- Japan: The Institute of Electrical Engineers of Japan (The Denki-Gakkwai), No. 3, 1-Chome, Yuraku-Cho, Kojimachi-Ku, Tokyo, Japan.
- Österreich: Elektrotechnischer Verein in Wien, Wien VI., Theobaldgasse 12.
- Ungarn: Ungarischer Elektrotechnischer Verein, Budapest V, Honvéd Ucca 22.
- VSA: American Institute of Electrical Engineers, New York, 33 West, 39. Street.

¹⁾ ETZ 34 (1913) S. 190 u. 1270.

Wir empfehlen daher allen Mitgliedern des VDE, rechtzeitig vor Antritt einer Reise in das Ausland bei der VDE-Geschäftsstelle die Ausstellung eines derartigen Gastausweises zu beantragen, da ihnen hierdurch eine außerordentliche Unterstützung für die fachliche Studienarbeit im Ausland gewährt wird. Da überdies zwischen zahlreichen elektrotechnischen Vereinigungen anderer Länder, die oben nicht aufgeführt sind, und dem VDE freundschaftliche Beziehungen bestehen, empfiehlt es sich, auch in anderen Fällen bei der VDE-Geschäftsstelle anzufragen.

Gleichzeitig bitten wir alle VDE-Mitglieder und insbesondere die Dienststellen der VDE-Bezirke und der VDE-Stützpunkte, den in Deutschland reisenden Mitgliedern der obengenannten ausländischen Vereinigungen — soweit sie mit einem Ausweis ihrer Körperschaft versehen sind — freundliche Unterstützung und Förderung zuteil werden zu lassen.

Amerika-Studienfahrt für Mitglieder des VDE vom 20. April bis 17. Mai 1938.

Der Verband Deutscher Elektrotechniker veranstaltet im Frühjahr 1938 in Gemeinschaft mit dem Norddeutschen Lloyd, Bremen, für seine Mitglieder eine Studienreise nach den Vereinigten Staaten, auf die wegen ihres großen Interesses für alle Elektrotechniker bereits jetzt aufmerksam gemacht wird. Unter erfahrener Führung eines deutschsprechenden Reiseleiters wird eine Studienfahrt durch die wichtigsten nordamerikanischen Städte unternommen, die unter aufmerksamer Berücksichtigung der Fachinteressen aller Teilnehmer gleichzeitig einen Einblick in das Land Amerika, seine Kultur und Wirtschaft vermittelt. Die Überfahrt über den Atlantik erfolgt mit dem Schnelldampfer „Columbus“ des Norddeutschen Lloyd, der am 20. April 1938 Bremen verläßt und am 28. April New York anläuft.

Das Programm für den Landaufenthalt wird sich folgendermaßen abwickeln:

New York: 28. und 29. 4. — Eingehende Besichtigung der Stadt und ihrer Sehenswürdigkeiten. Zusammenkunft und Fachaussprache mit führenden Herren des American Institute of Electrical Engineers. — Besichtigung der Sendeanlagen der National Broadcasting Co. in Radio City.

Baltimore: 30. 4. — Besichtigung des Conowingo-Damms und des Wasserkraftwerks Safe Harbor.

Washington: 1. 5. — Besichtigung der Sehenswürdigkeiten der Bundeshauptstadt. Ausflug nach Mount Vernon, Wohnsitz und Grabstätte George Washingtons.

Pittsburg: 2. 5. — Besichtigung der Westinghouse Electric Co.

Cleveland: 3. 5. — Besichtigung der Forschungslaboratorien der General Electric Co. in Nela Park.

Chicago: 4. und 5. 5. — Besichtigung der Stadt und ihrer Sehenswürdigkeiten. Während des Aufenthaltes können wahlweise besichtigt werden:

Das State Line Kraftwerk mit der größten Turbine der Welt, das moderne Höchstdruck-Kraftwerk Port Washington, Chicago Edison Co. mit Besprechungen über Fragen der Tarife und der Werbung, elektrische Pumpstation Harrison Street und Utah Radio-Corp.

Detroit: 6. 5. — Besichtigung der Ford Automobil-Werke und des Edison Museums. — Stadtrundfahrt.

Buffalo: 7. 5. — Besichtigung des Schöllkopf-Wasserkraftwerkes und eines großen Dampfkraftwerkes.

Niagara Fälle: 8. 5. — Besichtigung des Fallgebietes.

Schenectady: 9. 5. — Besichtigung der General Electric Co.

New York: 10. 5. — Wahlweise Besichtigung des Hudson Avenue Kraftwerkes, der Bell Telephone Co. sowie der Western Electrical Instrument Corp. Abends Einschiffung auf dem Schnelldampfer „Bremen“ des Norddeutschen Lloyd. Ankunft in Bremen 17. Mai 1938.

Gesamtpreis der Reise einschließlich Überfahrt und Landaufenthalt bei Benutzung der Touristenklasse auf den angegebenen Schnelldampfern des Norddeutschen Lloyd \$ 485,50, d. s. rd. RM 1215.

Ein ausführlicher Prospekt der Reise liegt einem der Hefte der ETZ gegen Ende Januar bei.

Bitte melden Sie schon heute unverbindlich Ihr Interesse für diese Amerika-Studienfahrt an, und zwar bei dem Verband Deutscher Elektrotechniker E. V., Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 oder dem Norddeutschen Lloyd Bremen und seinen Vertretungen.

Bekanntmachung.

**Ausschuß für Errichtungsvorschriften I.
Ausschuß für Errichtungsvorschriften II.**

Durch die in Heft 48 der ETZ 1937 veröffentlichten Änderungen an §§ 4 c) und 36 c) von VDE 0210/1936 „Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen V.S.F.“ sind folgende Änderungen erforderlich:

In § 22 b) von

VDE 0100/1936 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V. V.E.S. 1.“

wird der vorletzte Satz hinter „ohne besondere Hilfsmittel zugängliche Stätten“ wie folgt geändert:

„Über Gebäude mit einer Dachdeckung, die nicht mindestens feuerhemmend entsprechend DIN 4102 ist, dürfen Leitungen nur als Seil verlegt werden.“

In § 19 h) von

VDE 0101/1934 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber V.E.S. 2.“

wird der letzte Satz des ersten Absatzes wie folgt geändert:

„Über Gebäude mit einer Dachdeckung, die nicht mindestens feuerhemmend entsprechend DIN 4102 ist, dürfen Leitungen nur hinweggeführt werden, wenn der Abstand vom Dachfirst bis zur untersten Leitung mindestens 12 m beträgt.“

Diese Änderungen sind von dem Vorsitzenden des VDE im Dezember 1937 genehmigt und treten mit dem auf die Veröffentlichung folgenden Tage in Kraft.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Geschäftsführer:

Blendermann

Bekanntmachung.

Ausschuß für Sicherungswesen.

Für die Bearbeitung des Sicherungswesens (Leitungsschutzsicherungen, Leitungsschutzschalter) ist ein besonderer Ausschuß eingesetzt worden. Das Gebiet der Schmelzsicherungen mit geschlossenem Schmelzeinsatz wurde bisher vom Ausschuß für Installationsmaterial bearbeitet, und die hierfür in Frage kommenden Bestimmungen sind in VDE 0610/1935, §§ 46 bis 54 enthalten.

Der Ausschuß für Sicherungswesen hat einen Entwurf zu

VDE 0635 „Vorschriften für Leitungsschutzsicherungen 500 V bis 200 A“

aufgestellt, der nachstehend bekanntgegeben wird.

Mit dem Inkrafttreten des neuen Entwurfes für Leitungsschutzsicherungen sollen die in VDE 0610 enthaltenen Bestimmungen über Schmelzsicherungen mit geschlossenem Schmelzeinsatz außer Kraft gesetzt werden. Begründete Einsprüche zu dem Entwurf sind bis zum 1. April 1938 der Geschäftsstelle einzureichen.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Geschäftsführer:

Blendermann

Ausschuß für Sicherungswesen.

Entwurf

Anwendung des noch nicht endgültigen Entwurfs auf eigene Gefahr.

VDE 0635.

**Vorschriften für Leitungsschutzsicherungen
500 V bis 200 A.**

Inhaltsübersicht.

- | | |
|----------------------------------|---|
| § 1. Geltungsbeginn. | § 10. Kriech- und Luftstrecken. |
| § 2. Geltungsbereich. | § 11. Berührungsschutz. |
| § 3. Begriffserklärungen. | § 12. Isolation. |
| § 4. Aufschriften. | § 13. Grenzstrom. |
| § 5. Nennspannung. Nennstrom. | § 14. Überstromsicherheit. Abschaltzeichen. |
| § 6. Normen. | § 15. Selektivität. |
| § 7. Allgemeine Bauvorschriften. | § 16. Schaltleistung. |
| § 8. Leitungsanschlüsse. | § 17. Wärmesicherheit. |
| § 9. Unterbrechungsmelder. | § 18. Bewertung der Prüfungen. |

§ 1.

Geltungsbeginn.

Diese Vorschriften gelten für Erzeugnisse, die nach dem hergestellt werden¹⁾.

§ 2.

Geltungsbereich.

Diese Vorschriften gelten für Leitungsschutzsicherungen mit geschlossenem Schmelzeinsatz 500 V bis 200 A.

Bei Verwendung von Sicherungen für Sonderzwecke (z. B. Bahnen) sind auch die entsprechenden VDE-Sondervorschriften zu berücksichtigen.

§ 3.

Begriffserklärungen.

a) Leitungsschutzsicherungen — bestehend aus Sicherungssockel, Paßschraube, Schmelzeinsatz und Schraubkappe — sind selbsttätig wirkende Vorrichtungen zum Schutz von Haupt- und Verteilungsleitungen gegen Strombelastung von unzulässiger Höhe und Dauer, bei denen die Stromunterbrechung durch Abschmelzen eines vom Strom durchflossenen Schmelzleiters erfolgt.

b) Sicherungssockel ist der zur Aufnahme des Schmelzeinsatzes bestimmte Teil der Sicherung.

c) Paßschraube ist der zur Sicherstellung der Unverwechselbarkeit dienende Teil der Sicherung.

d) Schmelzeinsatz ist der die Stromunterbrechung bewirkende Teil der Sicherung.

e) Schraubkappe ist der zur Befestigung des Schmelzeinsatzes dienende Teil der Sicherung.

f) Nennspannung ist die Spannung, für die die Sicherung gebaut und benannt ist.

g) Nennstrom ist die Stromstärke, für die die Sicherung gebaut und benannt ist.

h) Grenzstrom einer Sicherung ist der Stromwert, der die Grenze bildet zwischen dem kleinsten Strom, der die Sicherung zum Abschmelzen bringen und dem größten Strom, der die Sicherung nicht zum Abschmelzen bringen kann.

i) Abschaltzeit ist die bei einer bestimmten Belastung vom Augenblick des Einschaltens bis zum Abschalten gemessene Zeit.

k) Schaltleistung einer Sicherung ist bei einer gegebenen Spannung durch den bei dieser Spannung unterbrochenen Überstrom oder Kurzschlußstrom gekennzeichnet.

l) Kurzschlußstrom ist der Strom, der bei metallisch überbrückter Sicherung auftritt.

m) Kriechstrecke ist der kürzeste Weg längs der Oberfläche eines Isolierteils zwischen Spannung führenden Teilen gegeneinander oder zwischen Spannung führenden Teilen und Erde oder der Berührung zugänglichen Stellen.

n) Luftstrecke ist der kürzeste Luftabstand Spannung führender Teile gegeneinander oder zwischen Spannung führenden Teilen und Erde.

¹⁾ Genehmigt durch

§ 4.

Aufschriften.

Sicherungssockel, Schmelzeinsätze und Paßschrauben müssen dauerhaft und gut leserlich folgende Aufschriften enthalten:

Ursprungszeichen,
Nennspannung,
Nennstrom.

Die Bezeichnung von Stromstärke und Spannung kann

z. B. sein: 10 A 500 V oder 10/500 oder 500.

Schraubkappen müssen folgende Aufschriften enthalten:

Ursprungszeichen,
Nennspannung.

Die Nennstromstärke muß auf der Paßschraube, auch wenn sie in den Sicherungssockel eingesetzt ist, sichtbar sein.

Die Anschlußstelle für die Schutzleitung ist durch $\perp$ nach DIN VDE 11 zu kennzeichnen.

Schmelzeinsätze mit erhöhter Verzögerung müssen als solche gekennzeichnet sein²⁾.

Nicht keramische, gummifreie Isolierstoffpreßteile müssen, soweit es technisch ausführbar ist, das vom Staatlichen Materialprüfungsamt, Berlin-Dahlem erteilte Überwachungszeichen nach DIN 7702 tragen, das gleichzeitig Herkunft und Typ erkennen läßt.

§ 5.

Nennspannung. Nennstrom.

a) Leitungsschutzsicherungen müssen für 500 V Nennspannung gebaut sein.

b) Sicherungssockel sind nur für die Nennströme 25, 60, 100 und 200 A zulässig.

c) Paßschrauben sind nur für die Nennströme 6, 10, 15, 20, 25, 35, 50, 60, 80, 100, 125, 160 und 200 A zulässig.

d) Nennströme für Schmelzeinsätze sind: (4), 6, 10, 15, 20, 25, 35, 50, 60, 80, 100, 125, 160 und 200 A.

§ 6.

Normen.

a) Nachstehende Normen müssen eingehalten werden:

DIN VDE 400 Edison-Gewinde, Gewindeform und Grenzmaße,
.. .. 6200 Anschlußbolzen, Konstruktionsblatt,
.. .. 6206 Anschlußklemmen,
.. .. 9301 Gewinde für Unverwechselbarkeitseinsätze zu Schraubstöpselsicherungen bis 60 A.

b) Nachstehende Normen müssen hinsichtlich der Werkstoffe und soweit aus Sicherheitsgründen Austausch- und Unverwechselbarkeitsmaße in Frage kommen, eingehalten werden:

DIN VDE 9310 Sicherungssockel 25 A 500 V mit viereckigem Grundriß und rückseitigem Anschluß für Schalt- und Verteilungstafeln,
.. .. 9311 Sicherungssockel 60 A 500 V mit viereckigem Grundriß und rückseitigem Anschluß für Schalt- und Verteilungstafeln,
.. .. 9320 Sicherungssockel (Sicherheitselement) 25 A 500 V mit vorderseitigem Anschluß,
.. .. 9321 Sicherungssockel (Sicherheitselement) 60 A 500 V mit vorderseitigem Anschluß.

c) Ausführungen nach nachstehenden Normen sind anzustreben:

DIN VDE 6250 Einführungsöffnungen,
.. .. 9360 Blatt 1 D-Leitungsschutzsicherungen 6 bis 60 A 500 V D-Schraubkappe,
.. .. 9360 .. 2 D-Leitungsschutzsicherungen 6 bis 60 A 500 V D-Schmelzeinsatz,
.. .. 9360 .. 3 D-Leitungsschutzsicherungen 6 bis 60 A 500 V D-Paßschraube.

Nicht genormte Ausführungen dürfen mit den genormten nicht verwechselbar sein, wenn bei ordnungsmäßiger Verwendung verwechselbarer Teile die Sicherheit beeinträchtigt werden kann.

d) Zur Prüfung dienen Lehren nach folgenden Normblättern:

DIN VDE 300 Tastfinger,
.. .. 401 Edison-Gewinde, Gewindelehren,
.. .. 9361 Sicherungssockel 25 A 500 V und 60 A 500 V Tiefenlehren.

²⁾ Zur Kennzeichnung genügt Farbempfindung.

§ 7.

Allgemeine Bauvorschriften.

a) Die Leitungsschutzsicherung muß aus solchem Werkstoff hergestellt sein, daß ihre Brauchbarkeit durch die höchste Temperatur, die im Dauerbetrieb mit dem stärksten zulässigen Schmelzeinsatz auftreten kann, nicht beeinträchtigt wird.

b) Gewinding und Brille müssen aus einem Stück bestehen.

c) Anschlußbolzen an Sicherungssockeln müssen gegen Lockerung gesichert befestigt, Fußkontaktschienen gegen Lageänderung gesichert sein.

d) Schrauben, die Kontakt vermitteln, müssen aus Metall bestehen und in metallenes Muttergewinde eingreifen.

e) Kontaktflächen müssen gut leitend sein. Kontakteile müssen so beschaffen sein, daß ein die Sicherheit beeinträchtigendes Ansteigen des Kontaktwiderstandes, z. B. durch Oxydbildung, verhindert wird.

f) Der Raum für die anzuschließenden Leitungen muß so bemessen sein, daß durch die Leitungen die Wirkungsweise der Sicherung nicht beeinträchtigt wird.

g) Sicherungssockel müssen so gebaut sein, daß sie zuverlässig befestigt werden können.

h) Die Einhaltung der Unverwechselbarkeit der Schmelzeinsätze wird durch die Ausführung gemäß Normblättern gewährleistet.

i) Der Schmelzraum muß abgeschlossen sein und darf ohne besondere Hilfsmittel und ohne Beschädigung nicht geöffnet werden können.

k) Schmelzeinsätze müssen Unterbrechungsmelder haben.

l) Haben Schraubkappen eine Öffnung für einen Unterbrechungsmelder, so muß sie durch ein Fenster abgeschlossen sein.

§ 8.

Leistungsanschlüsse.

a) Leitungen müssen durch Verschraubungen angeschlossen werden.

b) Schrauben und Muttern, die bei Einbau und Anschluß von Sicherungen bedient werden müssen, dürfen nicht zur Befestigung von Kontaktteilen dienen, wenn durch deren Lageänderung Kriech- und Luftstrecken unterschritten oder die Wirkungsweise der Sicherung beeinträchtigt werden kann.

§ 9.

Unterbrechungsmelder.

a) Unterbrechungsmelder müssen bei 40 V die Stromunterbrechung anzeigen³⁾.

§ 10.

Kriech- und Luftstrecken.

a) Nachstehende Kriech- und Luftstrecken dürfen nach Anschluß der Leitungen nicht unterschritten sein:

1. Kriech- und Luftstrecke zwischen einem Spannung führenden Teil und der Auflagefläche (Rückseite) 10 mm,
2. bei Verwendung von Vergußmasse (Schichtdicke mindestens 2 mm) 5 mm,
3. alle anderen Kriech- und Luftstrecken 5 mm.

Kriech- und Luftstrecken müssen auch gegenüber den Befestigungsschrauben für den Sockel eingehalten werden, und zwar unter Berücksichtigung von Schrauben nach DIN 85.

§ 11.

Berührungsschutz.

a) Die zufällige Berührung Strom oder Spannung führender Teile darf bei ordnungsgemäß eingesetztem Schmelzeinsatz nicht möglich sein.

b) Von außen zugängliche, Spannung führende Befestigungsschrauben sind nicht zulässig.

c) Mit einem Tastfinger nach DIN VDE 300 wird festgestellt, ob eine zufällige Berührung Spannung führender Teile möglich ist.

Die Prüfung erfolgt im Gebrauchszustand der Sicherung nach Schaltbild in DIN VDE 300.

§ 12.

Isolation.

Die Leitungsschutzsicherungen sind zunächst mindestens 4 h bei einer Temperatur von 20 bis 30° und danach 24 h im feuchten Raum bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 90% und bei einer Temperatur von 30 ± 2° zu lagern.

³⁾ Die nach §§ 12 und 13 geprüften Schmelzeinsätze dürfen für die Prüfung nach § 9 nicht verwendet werden.

Die Luftfeuchtigkeit wird in einem Prüfgerät durch ein Schwefelsäure-Wassergemisch erzeugt. Zur Aufnahme der Flüssigkeit dienen Glasschalen, die den Boden des Prüfgerätes möglichst bedecken. Die Flüssigkeitshöhe soll nicht unter 30 mm sein. Es ist verdünnte Schwefelsäure mit einem spezifischen Gewicht von $1,12 \pm 0,5\%$ (bei 20°) zu verwenden.

Das Prüfgerät ist an einem vor Temperaturschwankungen geschützten Platz aufzustellen. Die in dem Prüfgerät zu lagernden Prüflinge sollen höchstens $\frac{1}{2}$ des Inhaltes des Prüfgerätes ausfüllen.

Unmittelbar nach der Lagerung im Prüfgerät sind die Leitungsschutzsicherungen bei betriebsmäßigem Anschluß auf Isolation zu prüfen. Die Spannung führenden Teile sollen bei eingesetztem Schmelzeinsatz⁴⁾ gegen Erde, bei herausgenommenem Schmelzeinsatz gegeneinander die Prüfspannung von 2000 V praktisch sinusförmig 50 Per/s 1 min lang aushalten. Bei der Prüfung darf weder Durchschlag, Überschlag noch gefährliche Erwärmung der Isolierstoffe auftreten.

Für die Meßanordnung gilt Abb. 1.

Der Stromdurchgang darf nicht höher als 1 mA sein.

§ 13.

Grenzstrom.

Zur Prüfung auf Grenzstrom wird ein Schmelzeinsatz in einem Sicherungssockel mit quadratischem Grundriß und rückseitigem Anschluß eingeschraubt, der in Gebrauchslage auf einer Holzwand von etwa 15 mm Dicke befestigt ist.

Temperaturbeeinflussungen sind zu vermeiden.

Die Zuleitungen müssen den dem Sicherungssockel zugeordneten Querschnitten entsprechen.

Die Schmelzeinsätze⁴⁾ müssen bis 60 A mindestens 1 h, über 60 A mindestens 2 h den kleinsten Prüfstrom nach Tafel I aushalten.

Tafel I.

Nennstrom I_n A	kleinster Prüfstrom	größter Prüfstrom
6 bis 10	$1,5 \times I_n$	$1,9 \times I_n$
15 „ 25	$1,4 \times I_n$	$1,75 \times I_n$
35 „ 200	$1,3 \times I_n$	$1,6 \times I_n$

Mit dem größten Prüfstrom nach Tafel I belastet müssen andere Prüflinge innerhalb 1 bzw. 2 h unterbrechen.

§ 14.

Überstromsicherheit, Abschaltzeiten.

a) Die Prüfung der Überstromsicherheit wird mit Gleichstrombelastung durchgeführt. Als Prüfspannung dient die 1,1-fache Nennspannung. Als Belastungsstrom wird nacheinander das 2,5-, 3-, 4- und 10-fache des Nennstromes verwendet.

b) Bei den nach DIN VDE 9360 Blatt 2 ausgeführten Schmelzeinsätzen müssen folgende Abschaltzeiten nach Tafeln II und III eingehalten werden:

Tafel II.

Abschaltzeiten in Sekunden für Schmelzeinsätze.

Nennstrom I_n A	$2,5 \times I_n$		$3 \times I_n$		$4 \times I_n$	
	mindest s	höchst s	mindest s	höchst s	mindest s	höchst s
6	0,35	15	0,12	1,2	0,06	0,25
10	0,35	10	0,18	2,0	0,09	0,4
15	0,5	8	0,22	2,0	0,09	0,55
20	0,45	10	0,2	2,5	0,1	0,65
25	0,6	10	0,35	3,0	0,13	1,0
35	0,6	10	0,4	3,5	0,14	1,0
50	1,0	12	0,5	4,0	0,15	1,1
60	1,4	16	0,7	4,5	0,16	1,2

⁴⁾ Dieser Schmelzeinsatz ist zu weiteren Prüfungen nicht zu verwenden.

Tafel III.

Abschaltzeiten in Sekunden für Schmelzeinsätze mit erhöhter Verzögerung.

Nennstrom I_n A	$2,5 \times I_n$		$3 \times I_n$		$4 \times I_n$	
	mindest s	höchst s	mindest s	höchst s	mindest s	höchst s
6	10	210	2,0	24	0,3	2,2
10	10	210	2,6	40	0,6	5,0
15	10	100	3,0	25	0,8	4,0
20	16	100	5,0	25	1,4	5,0
25	20	120	7,0	32	1,6	6,5
35	14	120	6,0	40	1,8	7,0
50	20	150	8,0	60	2,0	12,0
60	26	180	10,0	60	2,5	12,0

c) Ausführungen, die von DIN VDE 9360 Blatt 2 abweichen, dürfen, wenn sie hinsichtlich Grenzstrom, Überstromsicherheit und Schaltleistung den §§ 13, 14 a) und 16 genügen, größere Abschaltzeiten, als in Tafeln II und III festgelegt, aufweisen.

§ 15.

Selektivität.

Schmelzeinsätze mit erhöhter Verzögerung müssen bis 25 A Nennstrom, belastet mit 500 A, und bei Nennströmen 35 bis 60 A, belastet mit 1000 A, bei max. 40 V abschalten, ohne daß nachstehend aufgeführte vorgeschaltete, 85 mm lange, offen zwischen zwei Klemmen ausgespannte dickste Feinsilberdrähte (mindestens 99% Silbergehalt) in Reihe geschaltet⁴⁾ mit dem Prüfling unterbrechen bzw. ohne daß der zu prüfende Schmelzeinsatz in Reihe geschaltet mit dem dünnsten Feinsilberdraht unterbricht (Abb. 2):

Schmelzeinsatz 6 10 15 20 25 35 50 60 A,
dünnster Drahtdmr. 0,18 0,29 0,36 0,46 0,54 0,65 0,80 0,95 mm,
dickster Drahtdmr. 0,27 0,35 0,45 0,53 0,62 0,80 0,95 1,17 mm.

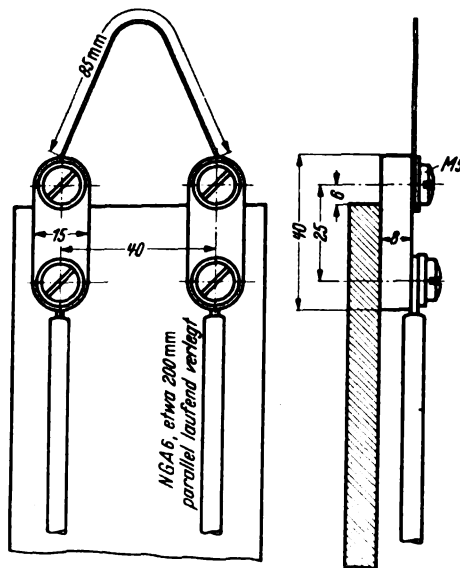


Abb. 2.

§ 16.

Schaltleistung.

Schmelzeinsätze bis 25 A müssen 1500 A, über 25 A 5500 A, Schmelzeinsätze mit erhöhter Verzögerung 10 000 A ordnungsgemäß abschalten.

Für die Prüfung gilt als Stromquelle eine Batterie von mindestens 1000 A bei einstündiger Entladung und einer Klemmenspannung von 550 V, gemessen an der offenen Batterie. Die Prüfung wird so durchgeführt, daß vor dem Einbau in den Prüfstromkreis an Stelle des zu prüfenden Schmelzeinsatzes ein Kurzschließer eingeschaltet und in dieser Anordnung der Strom bei Schmelzeinsätzen auf 1500 bzw. 5500 A, bei Schmelzeinsätzen mit erhöhter Verzögerung auf 10 000 A eingestellt wird. Dann wird an Stelle des Kurzschließers der Prüfling eingebaut und dem Kurzschlußversuch unterzogen.

§ 17.

Wärmesicherheit.

Die Wärmesicherheit wird in einem Wärmeschrank geprüft. Die Prüfdauer beträgt 1 h bei $100 \pm 5^\circ$ und daran anschließend 1 h bei $200 \pm 5^\circ$.

Nach der Erwärmung auf 100° darf etwa verwendete Ver-
gußmasse nicht ausgeflossen sein und nach der Erwärmung
auf 200° darf die Leitungsschutzsicherung keine ihre Wirkungs-
weise beeinträchtigenden Veränderungen erlitten haben (Be-
sichtigung und Kontrolle in bezug auf die Bedingungen für
Unverwechselbarkeit und Maßnormen, Aufschriften, Berüh-
rungsschutz, Lagenänderung der Fußkontaktschiene und An-
schlußbolzen der Sicherungssockel, mechanische Haltbarkeit
der Paßschrauben und der Befestigung der Gewindehülse in
Schraubkappen). Eine etwaige Unterbrechung des Schmelz-
leiters wird nicht beanstandet.

§ 18.

Bewertung der Prüfungen.

Beurteilung:

Die Beurteilung der Prüfung erfolgt nach folgenden Ge-
sichtspunkten:

Zulässig sind folgende Erscheinungen:

Unterbrechung durch Kennmelder nicht deutlich angezeigt,
Schwärzen des Kennfensters,
Geringes Brandloch am Stirn- oder Fußkontakt,
Durchbeulen des Stirn- oder Fußkontaktes,
Leichtes Ausblasen oder Ausbrennen des Kennmelders,
Wärmerisse des Körpers nach erfolgter Abschaltung.

Als unzulässig gilt:

Zerstören oder Abschleudern des Kennfensters,
Ausblasen am Stirn- oder Fußkontakt,
Zerstören der Paßschraube,
Verschmoren des Stirn- oder Fußkontaktes,
Platzen des Körpers während des Schaltvorganges,
Stehfeuer,
Zerstören der Schraubkappe oder des Elementes.

Verband Deutscher Elektrotechniker

Der Geschäftsführer

Blendermann.

Aus den VDE-Bezirken.

Bezirk Berlin-Brandenburg

vormalis Elektrotechnischer Verein E. V.

(Gegründet 1879)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 IV, VDE-Haus.
Fernsprecher: 34 88 85. — Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Fachversammlung

des Fachgebietes „Elektrowärme“

Leiter: Dipl.-Ing. H. Masukowitz VDE.

Vortrag des Herrn Dipl.-Ing. A. Schau, Berlin, am
Dienstag, dem 11. Januar 1938, um 20 Uhr in der Technischen
Hochschule, Charlottenburg, Hörsaal EB 301, über das Thema:
„Wirkungsweise und Bauformen elektrisch beheizter
Durchlauföfen“.

Eintritt und Kleiderablage frei.

Fachversammlung

des Fachgebietes „Leitungstelegraphie und -telephonie“.

Leiter: Direktor Professor K. Küpfmüller VDE.

Vortrag des Herrn Reg.-Baumeister W. Wild, Berlin,
am Donnerstag, dem 13. Januar 1938, um 20 Uhr in der Tech-
nischen Hochschule, Charlottenburg, Hörsaal HG 25, über das
Thema:

„Geräuschstörungen bei der Übertragung von
Sprache auf Leitungen“.

Eintritt und Kleiderablage frei.

Besichtigung.

Am Freitag, dem 11. Februar 1938, findet eine Besichtigung
von Baustellen der Berliner Nordsüd-S-Bahn statt.

Näheres ist aus den Mitteilungen (Nr. 1) des VDE Bezirk
Berlin-Brandenburg vom 5. Januar 1938 zu ersehen.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Die nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um
18⁰⁰ im Jungingenieurzimmer des VDE-Hauses, Charlottenburg,
Bismarckstraße 33, statt. Die Teilnahme ist frei. VDE-Mit-
gliedschaft ist nicht Bedingung.

Installationstechnik. Leiter: Dipl.-Ing. R. Schamberger VDE.

11. 1. 1938 Vortragsreihe: Installationsanlagen und Leitungsverlegung. 4. Abend:

„Moderne Bühneninstallation“, Vortragender: Ingenieur W. Siefert.

Meßtechnik. Leiter: Dr.-Ing. H. Boekels VDE.

12. 1. 1938 „Mechanischer Aufbau elektrischer Meßgeräte“, Vortragender:

Dr. A. v. Grocholski.

Allgemeine Elektrotechnik. Leiter: Dr.-Ing. V. Aigner VDE.

13. 1. 1938 Vortragsreihe: Relais in der Starkstromtechnik. 2. Abend: „Ab-
hängiger und unabhängiger Überstromschutz (auch Motorschutz)“,
Vortragender: Ingenieur F. Fröhlich VDE.

Elektrizitätswerke. Leiter: Oberingenieur Dipl.-Ing. B. J. v. d. Kneesebeck VDE.

14. 1. 1938 Vortragsreihe: Berechnung und Bau eines modernen Dampfkraft-
werkes. 4. Abend: „Die Generatoren“, Vortragender: Dipl.-Ing. H.
Belting VDE.

VDE Bezirk Berlin-Brandenburg

vormalis Elektrotechnischer Verein E. V.

Der Geschäftsführer:

Burghoff

Sitzungskalender.

VDE, Bezirk Nordmark, Kiel. 14. 1. (Fr), 20¹⁵, Höh.
Techn. Staatslehranstalt: „Die Elektroschweißung im neuzeit-
lichen Maschinen-, Hoch- und Brückenbau“ (m. Lichtb.).
Obering. Bauer VDE.

VDE, Bezirk Mittelbaden, Karlsruhe. 13. 1. (Do),
20⁰⁰, T. H.: „Aus der neueren Entwicklung von Niederspan-
nungs-Schaltgeräten“. Dr.-Ing. Müller-Hillebrand VDE.

VDE, Bezirk Oberschlesien, Gleiwitz. 13. 1. (Do),
17⁰⁰, Donnersmarkhütte zu Hindenburg: „Leuchtbilder in
Industrieanlagen“ (m. Lichtb.). Obering. Jungblut.

VDE, Bezirk Ostpreußen, Königsberg. 10. 1. (Mo),
(verlegt vom 3. 1.), 20⁰⁰, Phys. Inst.: „Das Akkumulatorenfahr-
zeug und seine volkswirtsch. Bedeutung“. Dipl.-Ing. W. Rö-
diger VDE.

VDE, Bezirk Ruhr-Lippe, Essen. 12. 1. (Mi), 20⁰⁰,
Stadt. Saalbau: „Probleme der Störungsaufklärung in Stark-
stromnetzen“. Dr. Boekels VDE.

VERSCHIEDENES.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

H. Kölzow. — Mit dem 1. Januar 1938 hat Herr Stadt-
baurat a. D. Dr. H. Kölzow, SS-Sturmbannführer, als Direk-
tor die Leitung der Geschäfte des Vereins deutscher Ingenieure
übernommen. Herr Dr. Kölzow stammt aus Warin (Mecklen-
burg), hat in Rostock und Berlin Chemie studiert und beruflich
im besonderen auf den Gebieten der Erdöl- und Teerchemie und
des Straßenwesens gearbeitet. Er ist Mitglied der Akademie des
Bauwesens und des Forschungsbeirates der Forschungsgesell-
schaft für Straßenwesen.

Der bisherige Direktor des VDI, Herr Prof. Dr.-Ing. E. h.
Dr. phil. h. c. C. Matschoß ist nach langjähriger und sehr
erfolgreicher Tätigkeit in den Ruhestand getreten, wird aber als
Mitglied des Vorstandes des Vereins auch weiterhin dem VDI
für besondere Aufgaben zur Verfügung stehen.

Veranstaltungen anderer Vereine.

Deutsches Arbeitsschutzmuseum in Verbindung mit
der **Deutschen Gesellschaft für Arbeitsschutz.** 1. 2.
bis 15. 3. 1938, Dienstags, 16⁰⁰ bis 18⁰⁰, Charlottenburg, Fraun-
hoferstr. 11/12: 10. Lehrgang über „Entstehung und Verhütung
von Berufskrankheiten“. Teilnehmergebühr für die ganze Vor-
tragsreihe 6 RM, für den Einzelvortrag 1,50 RM. Näheres durch
die Geschäftsstelle: Charlottenburg, Fraunhoferstr. 11/12. Fern-
ruf 34 09 36.

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes.

Dr.-Ing. R. Strigel VDE, Berlin-Siemensstadt, Quellweg 48.

Dr.-Ing. W. Reiche VDE, Dresden-A. 16, Fürstenstr. 1A.

Dipl.-Ing. J. Wrana, Dresden-A. 21, Villacher Str. 69.

Obering. J. Eisert VDE, Berlin-Siemensstadt, Im Heidewinkel 3.

Dr.-Ing. W. Engel VDE, Berlin-Lichterfelde, Berliner Str. 59.

Abschluß des Heftes: 30. Dezember 1937.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE

G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE

Stellvertretung: G. H. Winkler VDE

Zuschriften sind nicht an eine persönliche Anschrift zu richten, sondern
nur an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4,
Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und nur mit Genehmigung des Ver-
fassers und der Wissenschaftlichen Leitung der ETZ gestattet.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

59. Jahrgang

Berlin, 13. Januar 1938

Heft 2

Über die Statistik des Entladeverzugs in Luft von Atmosphärendruck.

Von R. Strigel VDE, Berlin.

537. 564

Übersicht. Die Arbeit gibt einen zusammenfassenden Bericht über die Statistik des Entladeverzugs in Luft von Atmosphärendruck und stellt so eine Ergänzung zu der im vorangehenden Heft der ETZ, S. 1, erschienenen Arbeit „Über die Aufbauzeit innerhalb des Entladeverzugs“ dar. Sie geht aus von der Verteilungskurve des Entladeverzugs, behandelt ihre Spannungsabhängigkeit und ihre Abhängigkeit von der Ionisation. Dann geht sie auf die Stoffabhängigkeit der Streuung und auf Alterungserscheinungen des Elektrodenmetalls ein. Diese Einflüsse erstrecken sich nicht nur auf die Elektrodenanordnungen des gleichförmigen, sondern auch auf diejenigen des ungleichförmigen Feldes.

Der Entladeverzug kann in zwei Zeitabschnitte unterteilt werden: in seine statistische Streuzeit σ , das ist der Zeitabschnitt, in dem die Anfangselektronen für die einzelnen Elektronenlawinen gebildet werden, und in die eigentliche Aufbauzeit τ , in der irgendeines der in der Streuzeit gebildeten Anfangselektronen einen so günstigen Lawinenablauf nach sich zieht, daß durch ihn der Überschlag eingeleitet wird. Dann ist der gesamte Entladeverzug τ_0 einer Elektrodenanordnung im Mittel gegeben durch

$$\tau_0 = \tau + \sigma. \quad (1)$$

Die vorliegende Arbeit soll die Statistik des Entladeverzugs in atmosphärischer Luft behandeln. Dabei wird grundsätzlich für die folgenden Betrachtungen vorausgesetzt, daß jeder Spannungsstoß zum Durchschlag führt. Außerdem sei noch erwähnt, daß sich die mitgeteilten Versuche zunächst absichtlich auf kleine Schlagweiten beziehen, die technisch noch keine Bedeutung haben, da bei diesen kleinen Schlagweiten die Gesetzmäßigkeiten der Streuzeit am klarsten hervortreten. Zum Schlusse der Arbeit wird aber dann gezeigt, daß der Übergang auf technisch wichtige Schlagweiten keine grundsätzlichen Unterschiede mit sich bringt.

1. Die Streuzeit des Entladeverzugs in Luft im gleichförmigen Feld.

a) Die Verteilungskurve.

Damit sich zwischen zwei Elektroden eine selbständige Entladung entwickeln kann, ist notwendig, daß zunächst irgendwelche Ladungsträger im Entladungsraum vorhanden sind oder durch äußere Ursachen entstehen. Solche Ladungsträger sind in der Luft infolge deren natürlicher Ionisation immer vorhanden. Auch werden sie ständig an den Elektrodenflächen neu gebildet. Diese Ladungsträger müssen sich im Elektrodenfeld weiterhin durch Stoßionisation so weit vermehren, daß sie eine selbständige Entladung einzuleiten vermögen. Eine solche durch Ladungsträger hervorgerufene Stoßlawine braucht noch nicht unbedingt zum Durchschlag zu führen. In der Mehrzahl aller Fälle wird während eines Spannungs-

stoßes bis zum Durchschlag eine ganze Reihe von Elektronenlawinen abgelaufen sein.

Das Vorhandensein solcher Ladungsträger im Entladungsraum ist rein zufällig, ebenso ihre Neubildung an den Elektroden. Ferner wird auch die Anzahl der Lawinen bei gleicher Höhe der Stoßspannung jeweils verschieden sein, die bis zum erfolgten Spannungszusammenbruch an den Elektroden abgelaufen ist. Denn diese werden sich nach ihrem ebenfalls zufälligen Entstehungsort entweder gegenseitig verstärken können oder aber lediglich unabhängig voneinander ablaufen.

Es sei n_0 die Anzahl der ausgeführten einzelnen, zum Durchschlag führenden Stoßversuche und n_t die Anzahl aller n_0 -Versuche, bei denen der Spannungszusammenbruch in der Zeit t nach dem Anlegen der Stoßspannung an die Entladungsstrecke noch nicht erfolgt ist, also erst später erfolgt. Dann kann man die Anzahl der Versuche, bei denen der Spannungszusammenbruch im darauffolgenden Zeitabschnitt dt eintritt — da ja das Zünden rein zufällig ist —, zunächst proportional zu dt selbst, aber auch zu n_t annehmen. Berücksichtigt man noch, daß durch jeden neuen Durchschlag n_t verkleinert wird, so erhält man¹⁾ als wahrscheinlichste Gleichung:

$$dn_t = -\frac{1}{\sigma'} n_t dt \quad (2a)$$

und damit, wenn man zur Bestimmung der Integrationskonstanten berücksichtigt, daß zu Beginn des Versuches ($t = 0$) $n_t = n_0$ gilt:

$$n_t = n_0 e^{-\frac{1}{\sigma'} t} \quad (2b)$$

σ' ist ein Proportionalitätsfaktor, dem eine ähnliche Bedeutung zukommt wie der Zeitkonstanten einer e-Funktion. Durch σ' ist die Verteilungskurve der Entladeverzugszeiten bei Vornahme einer sehr großen Anzahl von Einzelversuchen eindeutig bestimmt.

Nach Gl. (1) gilt:

$$\sum (\tau_0 - \tau) = n_0 \sigma. \quad (3)$$

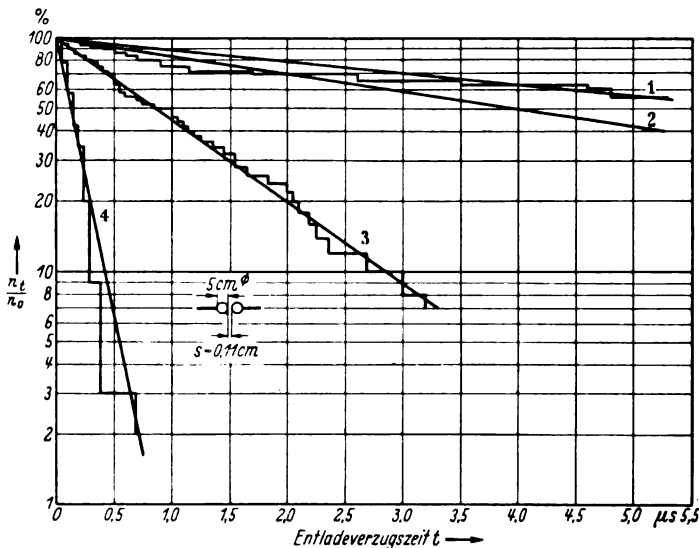
Man kann nun sicher σ und σ' gleichsetzen.

σ' ist also auch der Mittelwert aller dieser Streuzeiten des Entladeverzugs. Man bezeichnet σ' bzw. σ daher zweckmäßig als mittlere statistische Streuzeit der Entladeverzugsverteilung. Verteilungskurven, die dieser Gleichung entsprechen, lassen sich nachweisen bis zu Verzögerungszeiten von 0,1 bis 0,01 μ s herab²⁾. Abb. 1 zeigt vier solcher Verteilungskurven, die an Kugelelektroden von 5 cm Dmr. aus Kupfer bei 1,1 mm Schlagweite, also

¹⁾ M. v. Laue, Ann. Phys., Lpz. 76 (1925) S. 261.

²⁾ E. Mauz u. R. Seeliger, Phys. Z. 26 (1925) S. 47; K. Zuber, Ann. Phys., Lpz. 76 (1925) S. 231; W. Braunbeck, Z. Phys. 36 (1926) S. 582 u. 39 (1926) S. 6; M. Büge, Arch. Elektrotechn. 19 (1928) S. 480; R. Strigel, Naturwiss. 20 (1932) S. 205; Abu Tilles, Phys. Rev. 46 (1934) S. 1015.

bei einer statischen Durchbruchsspannung von 5 kV, unter verschiedenen Oberflächenbedingungen aufgenommen worden sind³⁾. Als Abszisse ist die Entladeverzugszeit in μs , als Ordinate in logarithmischem Maßsystem das Verhältnis n_t/n_0 in Prozent der Gesamtzahl der Versuche aufgetragen. Diese Art der Darstellung bedeutet, daß, wenn man die Verteilung der Kurve 3 zugrunde legt, z. B. eine



- 1 Kupferelektroden oxydiert, schwach bestrahlt, mit Alkohol vom Fett gereinigt
- 2 Kupferelektroden, blank, nicht bestrahlt, mit Alkohol von Fett gereinigt (die Meßwerte sind der Übersichtlichkeit halber nicht eingetragen)
- 3 Kupferelektroden, blank, schwach bestrahlt, aber nicht von Fett befreit
- 4 Kupferelektroden, blank, schwach bestrahlt, mit Alkohol von Fett gereinigt

Abb. 1. Oberflächeneinflüsse auf die Verteilungskurve der statistischen Streuzeit des Entladeverzugs. Statische Durchschlagsspannung 5 kV, angelegte Stoßspannung 6,5 kV.

Entladeverzugszeit unter $1 \mu\text{s}$ 50 % aller Versuche haben; die Entladeverzugszeit der übrigen 50 % der vorgenommenen Versuche ist größer als $1 \mu\text{s}$. Die Entladeverzugszeit $2 \mu\text{s}$ überschreitet noch 20 % aller Versuche. Wie aus Gl. (2) hervorgeht, muß

$$\ln \frac{n_t}{n_0} = - \frac{1}{\sigma} t, \quad (4)$$

also die Abhängigkeit n_t/n_0 von der Entladeverzugszeit bei Vornahme unendlich vieler solcher Einzelversuche sich durch eine Gerade darstellen lassen. Die durch die beschränkte Anzahl der vorgenommenen Versuche erhaltenen Treppenkurven lassen sich nun sehr gut durch eine Gerade mitteln. Die Häufigkeitsverteilung ist also durch Gl. (2) darstellbar.

Solche Verteilungskurven sind aber nicht ohne weiteres nachzumessen. Einwandfrei wiederholt meßbare Verteilungskurven kann man nur dann erhalten, wenn man peinlichst auf dieselbe Oberflächenbeschaffenheit der Elektroden achtet⁴⁾. Dies zeigt ebenfalls Abb. 1. Oxydierte, schwach bestrahlte Elektroden haben etwa dieselbe Verteilungskurve wie blanke, nicht bestrahlte. Hingegen hat sich die mittlere statistische Streuzeit bei schwacher Bestrahlung von $0,2 \mu\text{s}$ bei blanken, entfetteten Elektroden auf $15,6 \mu\text{s}$ bei oxydierten, entfetteten Elektroden, also fast um zwei Zehnerordnungen erhöht. Leichte Fettschichten können die mittlere Streuzeit um etwa eine halbe bis eine Zehnerordnung heraufsetzen.

b) Die Spannungsabhängigkeit der mittleren statistischen Streuzeit.

Mit zunehmender Höhe der Stoßspannung erhöht sich auch die zwischen den Elektroden der Entladungsstrecke liegende Feldstärke. Die im Entladungsraum vor-

handenen Elektronen werden somit beim Durchlaufen der freien Wegstrecke zwischen ihren Stößen mit neutralen Molekeln eine höhere kinetische Energie aufnehmen können und so auch häufiger neutrale Molekeln so günstig treffen, daß aus deren Verbande ein Elektron herausgeschlagen wird. Die erhöhte Feldstärke erhöht also die Ionisierungsmöglichkeit und diese wiederum die Anzahl der Ionisierungsvorgänge im Ablauf einer Lawine. Dadurch steigt auch die Raumladung der Einzellawine und mit dieser die Wahrscheinlichkeit, daß schon die Einzellawine allein zum Durchschlag führt. Die mittlere statistische Streuzeit, in die ja auch diese Wahrscheinlichkeit eingeht, wird also mit zunehmender Stoßspannung abnehmen. In Abb. 2 ist die Abhängigkeit der Streuzeit von der Höhe des Stoßverhältnisses (also des Verhältnisses: Höhe der Stoßspannung zur statischen Durchbruchsspannung) für verschiedene Elektrodenmetalle aufgetragen. Die Streuzeit nimmt mit zunehmendem Stoßverhältnis zunächst rasch ab und nähert sich dann oberhalb des Stoßverhältnisses von 1,8 einem Endwert, der mit σ_0 bezeichnet werden soll.

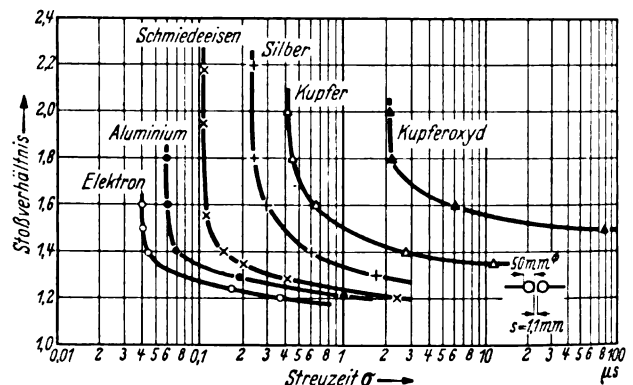


Abb. 2. Abhängigkeit der mittleren statistischen Streuzeit σ vom Stoßverhältnis für verschiedene Elektrodenmetalle unter denselben Entladebedingungen. (Bestrahlung geringer als bei der Aufnahme der Kennlinien der Abb. 1.)

c) Der Einfluß der Ionisation auf die Statistik des Entladeverzugs.

Ionisation kann einmal als Ionisation im Entladungsraum, dann aber auch als Ionisation an den Elektrodenflächen von Einfluß auf den Entladeverzug sein. In der norddeutschen Tiefebene entstehen sekundlich etwa 10 bis 20 Elektronen in 1 cm^3 Luft⁵⁾: sie lagern sich sofort an neutrale Molekel, Molekelkomplexe, Staubteilchen oder Tröpfchen an. Die Beweglichkeit der leichteren dieser Teilchen liegt bei $1 \frac{\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}}{\text{V} \cdot \text{cm}}$; sie ist demnach so gering, daß die Zeiten des Entladeverzugs gar nicht ausreichen, um die Mehrzahl dieser Teilchen an die Elektroden heranzuführen.

Auch die Zahl der in der freien Atmosphäre entstehenden Ionen ist so gering, daß bei kleinen Schlagweiten und kleinen Elektrodenflächen nur wenige Elektronen in der Sekunde im Entladungsraum entstehen, während die gemessenen Entladeverzugszeiten zumindest 10^6 bis 10^8 Elektronen in der Sekunde erfordern. Ionisation im Entladungsraum kann also bei kleinen Schlagweiten keine wesentliche Rolle spielen.

Die Oberflächenionisation an den Elektrodenflächen kann aus einer Messung des dunklen Vorstromes i_0 der Entladungsstrecke bestimmt werden. Legt man nämlich an eine Entladungsstrecke Gleichspannung an, so wird, wie Abb. 3 zeigt, bei sehr niedrigen Werten der Gleichspannung der durch die Entladungsstrecke hindurchgehende Strom geradlinig mit der Spannung ansteigen, solange bis sämtliche im Entladungsraum entstehenden Ladungsträger durch das zwischen den Platten

³⁾ R. Strigel, Wiss. Veröff. Siemens-Werk. 11 (1932) H. 1, S. 52.
⁴⁾ P. O. Pedersen, Ann. Phys., Lpz. 71 (1923) S. 317.

⁵⁾ K. Kähler, Naturwiss. 24 (1936) S. 246.

herrsche elektrische Feld an die Elektroden gezogen werden. Es fließt dann ein Strom, der sogenannte Vorstrom, von der Dichte $s_0 = e n_0$, wenn e die elektrische Elementarladung ($1,59 \cdot 10^{-19}$ C) und n_0 die Zahl der je Zeit und Flächeneinheit an den Elektroden oder im Entladungsraum erzeugten Ladungsträger ist. Die Größe dieses Vorstromes beträgt⁶⁾ bei Bestrahlung mit elektrischen Funken etwa 10^{-10} A/cm², bei Quarzlampenbestrahlung 10^{-12} A/cm² und im verdunkelten Raum 10^{-15} A/cm². Bei weiterer Spannungssteigerung bleibt der Strom zunächst konstant, und erst bei sehr viel höheren Spannungswerten wächst er weiter an. Dieses Anwachsen über den Vorstrom hinaus tritt ein, wenn die Geschwindigkeiten, welche die im Entladungsraum entstandenen Elektronen im dort herrschenden elektrischen Feld erreichen können, so hoch geworden sind, daß Stoßionisation eintreten kann. Aus dem Wert des Vorstromes i_0 läßt sich dann die Anzahl der Elektronen v_0 bestimmen, die sekundlich aus der Kathode austreten. Damit ist aber auch die sekundliche Anzahl der Elektronen v_g bestimmbar, die in der mittleren Streuzeit aus der Kathode austreten. Sie wird

$$v_g = v_0 \sigma. \quad (5)$$

v_g nähert sich nun mit steigendem Stoßverhältnis immer mehr dem Werte v_0 , d. h. mit anderen Worten, daß bei genügend hohem Stoßverhältnis jedes einzelne aus der Kathode austretende Elektron den Überschlag einzuleiten vermag. Die nachstehende Zahlentafel 1 zeigt die Ergebnisse einer Reihe von Messungen, für die diese Aussage nachgeprüft wurde.

Zahlentafel 1. Zusammenhang zwischen Streuzeit und Anfangselektron beim Stoßverhältnis 1,8.

Elektrodenwerkstoff	Streuzeit in μ s	Mittelwert des Vorstroms in 10^{-12} A	Anfangselektronen im Mittel
Cu	0,045	3,7	1,05
Cu ₂ O	0,06	3,24	1,22
Cu ₂ O	0,12	1,13	0,85
Cu ₂ O	0,19	0,8	0,96
Cu ₂ O	1,53	0,1	0,96

im Mittel 1,01 Elektronen

Der Einfluß der Ionisation wird noch deutlicher bei Versuchen an einer Entladungsstrecke, die in einem 7 cm dicken Bleipanzern eingebaut war⁷⁾. Als Füllgas dieser Entladungskammer wurde vollkommen emanationsfreie Luft verwendet. Mit einer solchen Anordnung, bei der ja äußere Ionisation weitgehend vermieden war, wurden bei einer statisch angelegten Spannung, die 32 % über der normalen Durchschlagsspannung der Funkenstrecke lag, statistische Verzögerungszeiten von im Mittel 20 min erreicht. Die größten gemessenen Verzögerungszeiten betrugen bis zu 2 h.

d) Entladeverzögerung und Kathodenmaterial.

Aus der Tatsache, daß bei großer Stoßspannung schon das einzelne aus der Kathode austretende Elektron den Überschlag herbeiführen kann, geht hervor, daß die Dauer des Entladeverzugs bei verschiedenen Kathodenmaterialien unter sonst gleichen Bedingungen allein durch

⁶⁾ M. Paavola, Arch. Elektrotechn. 22 (1929) S. 443; K. Malch, ebenda 26 (1932) S. 587 u. Z. Phys. 79 (1932) S. 672; R. Hellmann, Z. Phys. 91 (1934) S. 556; S. H. Sanders, Phys. Rev. 41 (1932) S. 667 u. 44 (1934) S. 1020.

⁷⁾ F. Bath u. W. Kaufmann, Naturwiss. 20 (1932) S. 87 und F. Bath, Z. Phys. 86 (1933) S. 275.

die Austrittsarbeit der Elektronen der auf negativer Spannung befindlichen Elektrode bestimmt sein muß und völlig unabhängig vom Material der auf positiver Spannung befindlichen Elektrode wird. Denn je geringer die Elektronenaustrittsarbeit an der kathodischen Elektrode ist, desto mehr Elektronen werden durch äußere Ionisation, wie z. B. kurzwelliges Licht, radioaktive oder Höhenstrahlung, im Mittel in der Zeiteinheit austreten. Damit ist aber auch die Möglichkeit häufiger gegeben, daß eine der auftretenden Elektronenlawinen den Durchschlag einzuleiten vermag. Ein Beweis für diese Folgerung ist der nachstehend beschriebene Versuch⁸⁾. Wählt man z. B. Elektroden aus Elektronmetall, das unter Berücksichtigung auf der Oberfläche absorbierter Gase die sehr niedrige Austrittsarbeit von nur 1,8 eV aufweist, und verwendet andererseits Elektroden aus Kupfer, deren Oberfläche oxydiert ist, und die dann eine sehr hohe Austrittsarbeit von 5,3 eV besitzen⁹⁾, so erhält man bei einer Schlagweite von 1,1 mm und beim Stoßverhältnis von 1,3 die Werte der Zahlentafel 2 für die mittlere statistische Streuzeit.

Zahlentafel 2. Kathodenmaterial und Entladeverzögerung.

Elektrodenwerkstoff	mittlere Streuzeit in μ s
Anode Kathode	
Elektron Elektron	0,165
Cu ₂ O Elektron	0,160
Cu ₂ O Cu ₂ O	550
Elektron Cu ₂ O	570

Der Unterschied in der mittleren statistischen Streuzeit bei Verwendung von Elektron- bzw. Kupferoxydelektroden beträgt somit in Übereinstimmung mit der oben genannten Aussage etwa 3½ Zehnerordnungen und ist unabhängig von dem verwendeten Anodenmaterial.

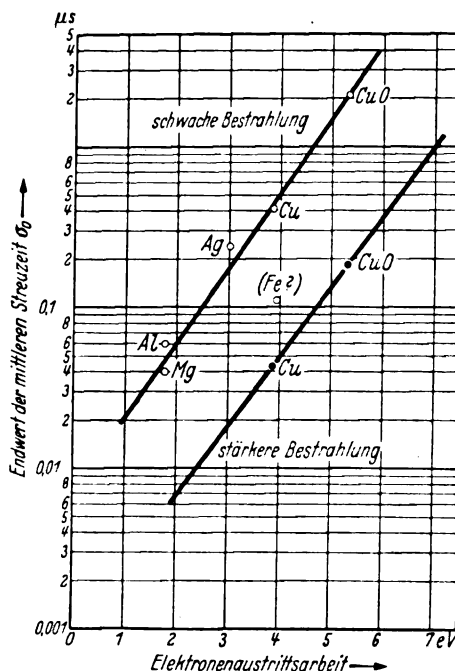


Abb. 4. Die Abhängigkeit des Endwertes σ_0 der statistischen Streuzeit von der Austrittsarbeit des Elektrodenmaterials.

Die mittlere statistische Streuzeit σ , abhängig vom Stoßverhältnis für verschiedene Elektrodenstoffe, ist in Abb. 2 aufgetragen. Die Werte der mittleren statistischen Streuzeit nähern sich bei höheren Stoßverhältnissen stets, wie bereits erwähnt, einem Endwert σ_0 .

Trägt man abhängig von der Elektronenaustrittsarbeit der untersuchten Metalle in eV die Endwerte σ_0 aus Abb. 2 in logarithmischem Maßsystem auf, so lassen

⁸⁾ R. Strigel, Arch. Elektrotechn. 26 (1932) S. 803.

⁹⁾ Siehe z. B. A. v. Engel u. M. Steenbeck, Elektr. Gasentl. Bd. 1, Tafel 8.120; Berlin: J. Springer 1932.

sich die einzelnen Werte durch eine Gerade verbinden¹⁰⁾ (Abb. 4). Außerdem sind in Abb. 4 noch zwei weitere Meßpunkte für σ_0 aufgetragen, die bei stärkerer Quarzlampebestrahlung ermittelt wurden. Trägt man diese beiden Punkte auf, so erhält man eine parallele Gerade zur Verbindungsgeraden der σ_0 -Werte aus obiger Zahlentafel. Man kann also sagen, daß der Endwert σ_0 des Entladeverzugs nach einer e-Funktion mit der Elektronenaustrittsarbeit abnimmt, und daß veränderte Bestrahlungsverhältnisse sich nur in einer Änderung einer Konstanten, nicht aber der e-Funktion selbst auswirken.

e) Alterung der Elektroden¹¹⁾.

Läßt man zwischen zwei Kupferkugeln eine große Anzahl von Durchschlägen hintereinander übergehen, so setzt langsame Oxydation der Elektrodenoberfläche ein und die Entladeverzugsverteilung nähert sich allmählich derjenigen von oxydierten Kupferkugeln. Bei der Durch-

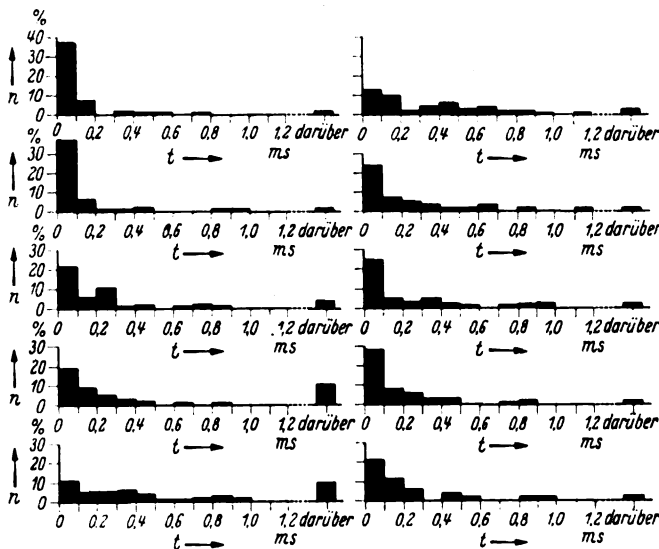


Abb. 5a. Alterung von blanken Kupferelektroden während 250 aufeinanderfolgender Stoßdurchschläge. Abb. 5b. Alterung von oxydierten Kupferelektroden während 250 aufeinanderfolgender Stoßdurchschläge.

Die Versuche sind in je 5 aufeinanderfolgende Gruppen zu je 50 Versuchen zusammengefaßt, die Versuche einer Gruppe nach der Dauer der statistischen Streuzeit geordnet und in Zeitabschnitte von 10 ms eingruppiert. Die aufeinanderfolgenden Versuchsgruppen sind in der Zeichnung untereinander angeordnet; in Prozent der Gesamtzahl einer Versuchsgruppe ist angegeben, wieviel Versuche einer Versuchsgruppe innerhalb dieser Zeitabschnitte von 10 ms zum Durchschlag geführt haben.

Führung solcher Versuche tritt allerdings noch eine Reihe von Durchschlägen auf, die sich weder in die eine noch in die andere Verteilung einordnen lassen. Derartige Versuchsergebnisse, die mit Kupferkugelelektroden von 5 cm Dmr. bei 1,1 mm Schlagweite, also bei einer statischen Durchbruchsspannung von 5 kV gewonnen wurden, zeigt Abb. 5: an blanken und oxydierten Kugeln sind bei einem Stoßverhältnis von 1,4 Entladeverzugszeiten von je 250 Durchschlägen aufgezeichnet worden, die im Abstand von 1 bis 2 Minuten aufeinanderfolgten. Die gemessenen Entladeverzugszeiten wurden in Gruppen von je 50 zusammengefaßt, innerhalb dieser Gruppen nach der Dauer des Entladeverzugs geordnet und in Zeitabschnitten von 0,1 ms eingruppiert. Der Entladeverzug an den blanken fettfreien Kupferelektroden ändert sich von Versuchsgruppe zu Versuchsgruppe. Die Entladeverzugszeiten längerer Dauer nehmen ständig zu und nähern sich allmählich derjenigen der oxydierten Elektroden. In beiden Fällen treten im Laufe der Versuche immer mehr Ver-

zugszeiten von kürzerer Dauer auf, die sich weder in die Verteilungskurve der blanken noch in die der oxydierten Elektroden einordnen lassen. Nach etwa 200 Versuchen ist ein gewisser Gleichgewichtszustand erreicht.

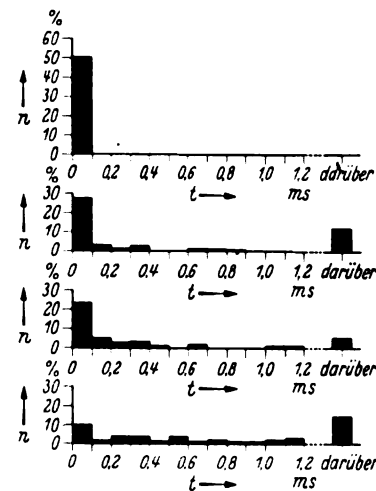
In der nachstehenden Zahlentafel 3 sind die Ergebnisse solcher Versuche an verschiedenen Stoffen zusammengestellt.

Zahlentafel 3. Einfluß der Elektrodenalterung auf die statistische Streuzeit des Entladeverzugs.

Elektrodenoberfläche	Stoßverhältnis	mittlere Streuzeit der gereinigten Elektroden in μ s	mittlere Streuzeit nach 250 Übersschlägen in μ s bei den Durchschlägen	
			mit längerer Entladeverzugsdauer	mit kürzerer Entladeverzugsdauer
Cu	1,4	2,6	480	0,8
Cu ₂ O	1,4	380	310	2,0
Ag	1,4	0,6	900	1,25
Ag ₂ O	1,4	10	910	1,0
Ag ₂ S	1,4	970	970	1,0
Fe ^{*)}	1,4	0,15	530	1,6
Al	1,4	0,10	4,4	nicht vorhanden
Elektron	1,3	0,10	5,6	nicht vorhanden

*) Schmiedeeisen.

Die Streuzeit der Entladeverzugszeiten längerer Dauer läßt sich auf Oberflächenalterung und die damit verbundene Erhöhung der Austrittsarbeit zurückführen. Die statistische Streuzeit ändert sich bei Kupfer und Aluminium um etwa zwei Größenordnungen, bei Silber dagegen nur um eine Größenordnung. Wie aber gerade Silber für Oberflächeneinflüsse außerordentlich empfindlich ist, zeigt Abb. 6. Wieder sind als Ordinate die Übersschläge aufgetragen, die in einem Zeitabschnitt von 0,1 ms erfolgt sind, und als Abszisse diese Zeitabschnitte.



1. Versuchsgruppe: reine Silberelektroden, mit Alkohol gereinigt und danach mit Karborundpapier abgerieben
2. Versuchsgruppe: wie Gruppe 1, jedoch zum Schluß nochmals mit Alkohol abgerieben
3. Versuchsgruppe: Silberelektroden mit Oxyd bedeckt
4. Versuchsgruppe: Silberelektroden mit Sulfid bedeckt

Abb. 6. Einfluß der Oberflächenbehandlung auf die statistische Streuzeit des Entladeverzugs an Silberelektroden.

Ferner geht aus Zahlentafel 3 hervor, daß die mittlere Streuzeit der Entladeverzugszeiten kürzerer Dauer zwischen 0,8 und 2 μ s schwankt, und daß solche Entladeverzugszeiten nur bei solchen Elektrodenmetallen gefunden wurden, deren Streuzeit in gealtertem Zustand erheblich größer als dieser Wert ist. Bei der verhältnismäßig geringen Anzahl der Übersschläge mit kurzer Streuzeit ist bei ihrer Bestimmung mit einem statistischen Fehler von etwa 50 % zu rechnen, so daß man sagen kann, daß ihre mittlere statistische Streuzeit innerhalb der Fehlergrenzen für alle Stoffe ungefähr dieselbe ist.

Ihre Anzahl nimmt aber mit der Wartezeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Versuchen ab. Man kann daher annehmen, daß unter den Gasmolekeln, die nach dem Übersschlag eine neue Oberflächenschicht auf den Abbrandstellen bilden, naturgemäß sich auch solche befinden, die ein Elektron angelagert haben, da sie ja aus der Funkenbahn stammen. Während der Wiedervereinigungszeit eines so gebildeten negativen Ions in der Oberflächenschicht wäre es möglich, daß bei einem neuen Versuch diese angelagerten Elektronen unter der Feldstärkerein-

¹⁰⁾ Der σ_0 -Wert für Schmiedeeisen ist der einzige, der außerhalb dieser Geraden fällt. Da aber nur die Austrittsarbeit von reinem Eisen bekannt ist, die von derjenigen von Schmiedeeisen sehr verschieden sein kann, so ist diesem Punkt keine große Genauigkeit zuzuordnen.

¹¹⁾ B. Strigel, s. a. Note 9; siehe ferner K. Buß u. W. March, Arch. Elektrotechn. 25 (1932) S. 787 und K. Buß, Arch. Elektrotechn. 26 (1932) S. 261.

wirkung losgerissen werden und so dann den neuen Überschlagn einzuweisen vermögen. Eine solche Elektronenauslösung wäre statistischen Gesetzen unterworfen und unabhängig vom Elektrodenmetall.

Diese Art der Alterung durch ständig aufeinanderfolgende Überschlagn darf nicht verwechselt werden mit der Alterung, die eintritt, wenn man Elektroden an atmosphärischer Luft liegen läßt. Für Kupfer sind beide Arten der Alterung von gleicher Wirkung: für Aluminium ergaben sich jedoch in beiden Fällen erhebliche Unterschiede, wie die nachstehende Zahlentafel 4 zeigt.

Diese Unterschiede in der Art der Alterung können dadurch erklärt werden, daß Kupferoxyd als Halbleiter, Aluminiumoxyd dagegen als vollkommener Nichtleiter anzusprechen ist. Beim Liegen an Luft bildet sich nun bei letzterem eine völlig zusammenhängende Oxydschicht,

Zahlentafel 4. Einfluß der Alterung von Aluminiumelektroden auf die Streuzeit des Entladeverzugs.

Aluminium gealtert durch	mittlere Streuzeit in μ s beim Stoßverhältnis 1,3
Überschlagn Liegen an Luft	4,4 20

während beim Altern durch Überschlagn wahrscheinlich zwischen isolierenden Oberflächenteilen leitende eingestreut sein dürften, von denen dann der weitere Überschlagn ausgeht. Diese leitenden Oberflächenteile müssen nicht unbedingt blankes Aluminium sein, sie können auch aus Aluminiumnitrit oder -nitrat bestehen¹²⁾.

(Schluß folgt.)

¹²⁾ Auf diese Deutung der Unterschiede in den Alterungsarten hat mich Herr Dozent Dr.-Ing. habil. Harald Müller aufmerksam gemacht.

Ein aufschlußreicher Schleuderversuch an einem Synchronmotoren-Läufer.

Von Karl Waimann, Nürnberg.

Übersicht. Ein Synchronmotoren-Läufer wird bis zum Bruch geschleudert, damit aus dem Aussehen der Bruchteile Schlüsse auf die Beanspruchung der Schwalbenschwanzansätze der Magnetpole gezogen werden können. Die Ergebnisse werden zur richtigen Berechnung solcher Schwalbenschwanzansätze ausgewertet.

In der Praxis wurde bereits wiederholt das Problem der Berechnung von Tragkeilen, den sog. Schwalbenschwanzansätzen, zum Gegenstand eingehender Erörterungen und Versuche gemacht; besonders die Größe der Reibung war es, die die Konstrukteure elektrischer Maschinen interessierte, da die Reibung nicht unwesentlich dazu beiträgt, die Tragfähigkeit solcher Konstruktion zu erhöhen. So wurden z. B. von G. Haimann vor Jahren¹⁾ umfassende Messungen dieser Reibung an einem eigens hierzu gebauten Apparat gemacht, der in eine Reißmaschine eingebaut wurde, zu dem Zwecke, eine Formel zu bequemer Berechnung der Tragfähigkeit solcher Tragkeile aufstellen zu können.

Die vorerwähnten Versuche beziehen sich auf massive, nicht geblätterte Tragkeile, während für den Konstrukteur elektrischer Maschinen auch die Festigkeitsvorgänge an geblättern Tragkeilen von großem Interesse sind. Ein solcher Fall liegt z. B. bei Umlaufpolen von Synchronmaschinen mittelgroßer Leistung und hoher Drehzahl vor. Um diese Vorgänge genau erkennen zu können, wurde der nachstehend beschriebene Versuch vorgenommen²⁾. Um den wirklichen Verhältnissen so nahe wie möglich zu kommen, wurden die Versuche nicht an der Reißmaschine, wie dies Haimann schilderte bzw. wie sie F. László vorschlägt³⁾, vorgenommen, sondern es wurde vielmehr beschlossen, einen Synchronmotorenläufer bei genauer Messung der Drehzahl bis zum Bruch zu schleudern.

Dadurch begab man sich freilich der Möglichkeit, genauere Zwischenmessungen vorzunehmen, wie sie die Verwendung der Reißmaschine ermöglicht hätte, man hat aber andererseits hier den großen Vorteil, daß die Eigenfliehkraft der Schwalbenschwanzansätze selbst nicht unberücksichtigt bleibt. Da es sich ja um geblätterte Polkerne handelt, war dieser Vorteil bestimmend. Daß es jedoch trotzdem möglich war, diesem Versuche genauere Festigkeitsberechnungsunterlagen zu entnehmen, wird im nachfolgenden gezeigt.

1. Die Versuchseinrichtung und der Versuch selbst.

Der Versuch wurde in zweifacher Ausführung vorgenommen. Das erstemal wurde ein Läufer geschleudert,

¹⁾ G. Haimann, ETZ 45 (1924) S. 935.

²⁾ In dem Nürnberger Werk der Siemens-Schuckertwerke AG.

³⁾ F. László, Masch.-Bau Betrieb (1923/24) H. 15, S. 522.

621. 313. 323. 044. 53. 001. 4
dessen Magnetpole nur aus paketierte dünnen Blechen bestehende Polkerne besaßen. Die Nabe des Läufers bestand dabei ebenfalls aus paketierte Blechen (von gleicher Stärke wie die in den Polkernen) und besaß Schwalbenschwanznuten, in die die Schwalbenschwanzansätze der Polkerne eingriffen. Um zu verhindern, daß dabei etwa die Nuten in der Läufernabe früher nachgeben würden als die Schwalbenschwanzansätze der Pole, erhielt die Nabe genau gearbeitete Zwischenanlagen aus 4 mm starkem Stahlblech.

Das zweitemal wurden dagegen die Polkerne mit solchen Stahlblechzwischenlagen ausgeführt, während die Läufernabe aus Wellenstahl aus dem Vollen herausgearbeitet wurde.

In beiden Fällen war die Läufernabe auf eine eigens dazu hergestellte Welle aufgesetzt, die zwischen zwei Stehlagern gelagert war und eine Riemenscheibe trug, deren Riemen nach einem in seiner Drehzahl regelbaren Antriebsmotor führte. Aus Sicherheitsgründen befand sich je der zu schleudernde Läufer in einer geschützten Grube und war durch eine Holzverkleidung und etwa 50 gefüllte Sandsäcke noch besonders abgedämmt. Die Antriebsmaschine dagegen stand oberhalb der Grube; ihre Drehzahl wurde während des ganzen Versuches ständig gemessen. Da der vorausgegangenen Rechnung gemäß eine verhältnismäßig hohe Drehzahl für den Zerknall der Läufer zu erwarten war, mußten verhältnismäßig kleine Riemenscheiben gewählt werden, was zwar die Versuche etwas aufhielt, da der Riemen bei seiner Länge und der immer noch sehr hohen Riemengeschwindigkeit gerade in den höheren Drehzahlbereichen öfter herunterfiel, was jedoch die Ergebnisse des Versuches nicht weiter beeinträchtigte. Die dadurch entstehende mehrmalige Belastungssteigerung des zu prüfenden Werkstoffes von Null bis zu einem seiner Festigkeit nahen Wert dürfte dabei den Bruch bei einer etwas niedrigeren Drehzahl verursacht haben als bei einer ununterbrochenen Drehzahlsteigerung. Doch ist dies ohne Bedeutung, da lediglich aus der Art und Größe der Verformungen der Schwalbenschwänze auf deren Beanspruchung rückgeschlossen werden sollte.

Die durch das Herunterfallen des Riemens entstandenen Pausen wurden dazu benutzt, die Schwalbenschwänze nachzusehen. So hatten sich bei der ersten Anordnung die Pole bereits um rd. 2 mm gehoben. Der Versuch wurde abgebrochen, um die Anfänge des Verformens der Schwalbenschwänze im Bild festhalten zu können. Der zweite Läufer wurde dagegen bis zur Zerstörung gebracht. Diese erfolgte bei 4900 U/min, während unmittelbar vorher bereits 5100 U/min (wobei der Riemen herunterfiel)

erreicht worden waren, ohne daß ein Herausheben der Schwalbenschwanzansätze aus ihren Nuten hätte festgestellt werden können. Hieraus kann man schließen, daß auch beim ersten Versuch die Drehzahl, bei der der Versuch abgebrochen wurde, bei nochmaligem Anlaufen gar nicht mehr hätte erreicht werden können, daß vielmehr die Pole sich bereits früher gelöst hätten.

Beim zweiten Versuch erfolgte eine vollständige Zerstörung der Versuchseinrichtung. Die Welle wurde wie ein dünner Draht hochgebogen; beide Stehlager sind abgebrochen und z. T. zersplittert, die kräftigen Magnetpole sind durch den Anprall an den Grubenwänden trotz der Holzverkleidung und der Sandsäcke schiefgeschlagen, und die Drahtwicklung der Magnetpole konnte nur mit Mühe aus den Holzbalken der Verkleidung wieder herausgebracht werden.

Diese weitgehende Zerstörung wird erklärlich, wenn man die Kraft berechnet, die beim Wegfliegen eines Poles auf die Welle wirkt; sie betrug bei dem Versuch fast 60 000 kg.

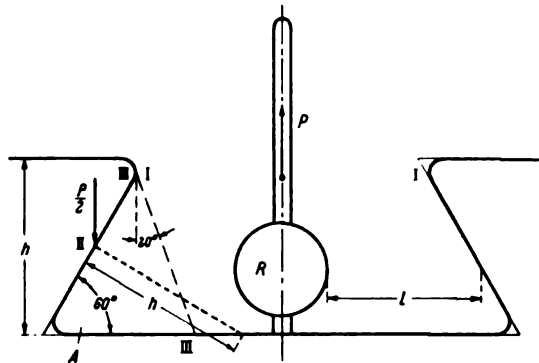


Abb. 1. Schwalbenschwanzansatz eines Magnetpols.

Die Paketierung der Polkerne wurde durch schmiedeeiserne Druckplatten und durch zwar ausreichend kräftige, aber nicht zu stark bemessene Flußeisenniete gehalten. In den Schwalbenschwanzansätzen befand sich jedoch kein Niet, wohl aber der ganzen Länge des Poles nach je ein Rundkeil (in Abb. 1 mit R bezeichnet), damit ein genaues Aufeinanderliegen der Schwalbenschwanz-Keilflächen gewährleistet war.

Es versteht sich von selbst, daß vor Beginn des Versuches die geschleuderten Teile auf ihre Ausführung hin genau geprüft wurden, daß deren Gewicht genau festgestellt wurde und daß mit dem verwendeten Werkstoff Erprobungen an der Reißmaschine gemacht wurden.

2. Die Schwalbenschwanzansätze nach Beendigung der Schleuderversuche.

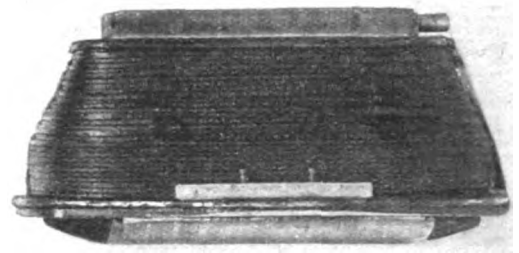
Bei der ersten Anordnung (Ausführung der Magnetpolkerne nur aus Dynamoblech) wurde der Versuch, wie oben erwähnt, abgebrochen und festgestellt, daß sich die Schwalbenschwanzansätze der Polkerne um rd. 2 mm aus ihren Nuten herausgehoben hatten (Abb. 2).

Ein kaum merkliches Abbiegen der Keilecken (Teil A in Abb. 1) ist in Abb. 2 zu sehen. Nach der heute bekannten Theorie der Tragkeilbefestigung hätte dies in erster Linie erwartet werden müssen. Da sich die Bleche jedoch, wie die Abb. 2 deutlich erkennen läßt, bereits etwas seitlich verwunden haben, ist für lamellierte Tragkeile die Gefahr eines Ausknickens bzw., wie im nächsten Abschnitt noch näher gezeigt werden wird, die eines Verdrehens des ganzen Schwalbenschwanzansatzes mindestens ebenso groß wie die des Abbiegens der Ecken.

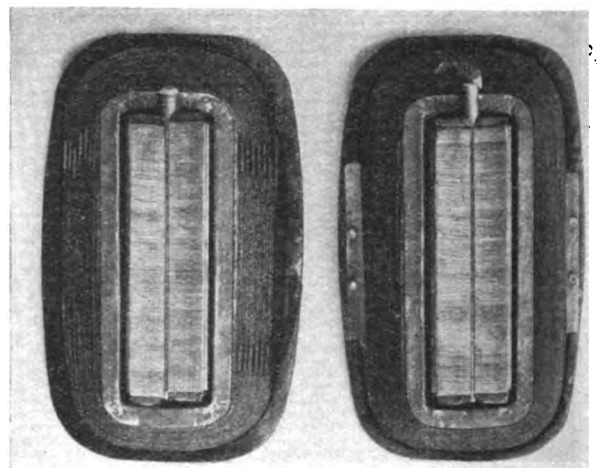
Viel deutlicher hat sich diese Erscheinung beim zweiten Versuch gezeigt. Die Schwalbenschwänze der Pole sind in den Abb. 3 und 4 zu sehen. Hier ist jedoch außer dem Verdrehen der beiden durch den Schlitz im Polkern entstandenen Hälften des Schwalbenschwanzansatzes auch

noch ein deutliches Abbiegen der Ecken und ein Zusammenknicken der Bleche zu erkennen. Die Stahlblech-Zwischenplatten sind dagegen an einigen Stellen je an den Schwalbenschwänzen abgerissen.

Daß die Stahlplatten jedoch trotz dieses Abbrechens der Schwalbenschwänze recht wesentlich zur Vergröße-



a)



b)

Abb. 2. Magnetpol nach dem ersten Schleuderversuch.

rung der Belastbarkeit der Tragkeilbefestigung beizutragen vermögen, erhellt nicht nur daraus, daß bei ihrer Anwendung (also bei Anordnung 2) die Drehzahl nicht unbeträchtlich gesteigert werden konnte, sondern vor allem auch aus den Abb. 2 und 5. Ein deutlicher Abdruck

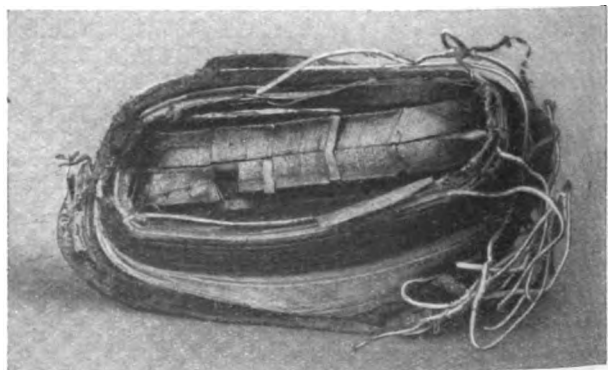


Abb. 3. Beim zweiten Schleuderversuch herausgeschleudeter Magnetpol.

dieser Stahlblech-Zwischenplatten läßt erkennen, daß diese kräftig mitgetragen haben (in Abb. 3 ist der Abdruck der bei der ersten Anordnung im Läuferblechpaket eingebauten, in Abb. 5 der Abdruck der bei der zweiten Anordnung in den Polkernen eingebauten Zwischenplatten zu sehen).

3. Spannungen in Schwalbenschwanzansätzen.

Aus den Versuchen geht hervor, daß bei geblätternen Polkernen zu der Gefahr des Abbiegens der Schwalbenschwanznuten auch noch die des Ausknickens und Verdrehens der Bleche hinzukommt. Im nachstehenden seien zunächst einige für diesen Zweck verwendbare Formeln abgeleitet. Bezüglich der Berechnung des Abbiegens der Schwalbenschwänze über Eck seien die von Werner aufgestellten Formeln benutzt⁴⁾. Diese müssen für den Fall der Verwendung von Zwischenplatten aus Stahlblech

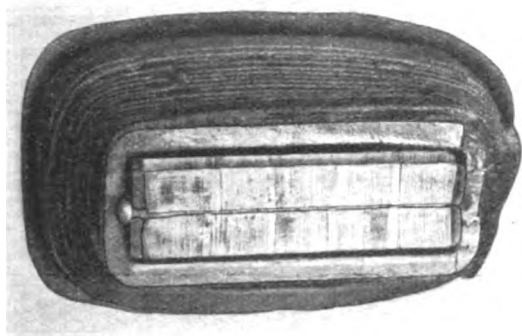


Abb. 4. Beim zweiten Schleuderversuch in der Nabe hängengebliebener Magnetpol.

erweitert werden, da dem verschiedenartig starken Tragen der Bleche und der Stahlplatten Rechnung getragen werden muß. Man ist in der Lage, wenigstens innerhalb des Bereiches der Proportionalitätsgrenze, diese Spannung sowohl in den Blechen (σ_b) als auch in den Zwischenplatten (σ_p) genügend genau zu berechnen. Man teilt die gesamte Biegekraft P_0 in zwei Teile, und zwar in einen Teil P , der die Blech-, und in einen Teil P_1 , der die Stahl-

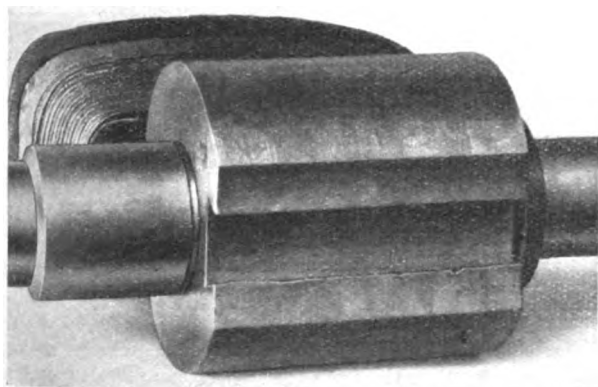


Abb. 5. Stahlnabe nach dem Herausfliegen des einen Pols.

platten-Schwalbenschwänze abbiegt. Innerhalb des Bereiches der Proportionalitätsgrenze muß darin die Summe aus Durchbiegung der Schwalbenschwänze über Eck und Stauchung in den Blechen und in den Stahlplatten gleich sein (da, genügend feste Vernietung der Polkerne vorausgesetzt, sowohl bei den Blechen als auch bei den Zwischenplatten der Bruchquerschnitt stets um den gleichen Betrag $[u]$ gehoben werden muß). Entwickelt man sich ferner für die Schwalbenschwanzlänge $i \cdot s$ die Durchbiegung f der vorerst noch unbekannt gedachten Kraft P und für die Schwalbenschwanzlänge $i_1 \cdot s_1$ die Durchbiegung f_1 der ebenfalls vorerst noch unbekannt gedachten Kraft P_1 , je als Durchbiegung eines einseitig eingespannten Trägers, so erhält man die Beziehung $P_1 = \frac{E_1 \cdot s_1}{E \cdot s} P$,

wobei E das Elastizitätsmaß des Dynamoblechs und E_1 das des Stahlblechs, ferner i die Anzahl und s die Stärke der Bleche und i_1 die Anzahl und s_1 die Stärke der Zwischenplatten bedeutet. Es besteht demnach die Beziehung: $i P + i_1 P_1 = P_0$. Mit dieser und der vorgenannten Beziehung sowie mit dem vorstehenden Wert für P_1 errechnet sich dann

$$P = \frac{E s}{E i s + E_1 i_1 s_1} P_0$$

$$P_1 = \frac{E_1 s_1}{E i s + E_1 i_1 s_1} P_0.$$

Die Berechnung der Kraft P_0 aus P_z , der Fliehkraft eines vollständigen Magnetpols, erfolgt nach Angaben von Werner.

Die Knickspannung in den Blechen entsteht durch die Keilwirkung einer Horizontalkraft⁵⁾, die die Größe besitzt:

$$P_k = \frac{P_z}{2} \frac{\cos \varrho \sin (k - \varrho)}{\cos (k - 2 \varrho)} = \xi P_z;$$

hierin ist k der Schwalbenschwanzwinkel und ϱ der Reibungswinkel. Mit $k = 60^\circ$ und (nach dem in Fußnote 1 erwähnten Aufsatz von Haimann) mit $\varrho = 8^\circ$ ergibt sich: $\xi = 0,545$ und für den Fall reibungsloser Auflage $\xi = 0,866$.

Von diesem Wert P_k entfällt auf ein Blech sowohl bei Ausführung mit als auch bei Ausführung ohne Zwischenplatten ein der Stärke proportionaler Teil, da bis unmittelbar vor dem Ausknicken hier (nicht wie bei der Biegebeanspruchung über Eck) keine Verformung auftritt, derzufolge eine andere Aufteilung der Belastung als die gleichmäßige je Längeneinheit gerechtfertigt wäre. Beginnen jedoch einige Bleche zu knicken, so ruht augenblicklich die ganze Belastung auf den Zwischenplatten, und nur dann, wenn die letzteren dieser Überbelastung standhalten können, kann man sich von der Anbringung solcher Platten bezüglich Knickversteifung Erfolg versprechen.

Als Knicklänge kommt die in Abb. 1 mit l bezeichnete Strecke in Frage, da immer nur die untersten Lappenhälften an den Blechen ausknicken können. Unter der Voraussetzung, daß der Wert $l \leq 30 s_1$ ist, gelten die Knickformeln⁶⁾ von Tetmajer. Ist der Querschnitt der Bleche $F = d \cdot s$, das Schlankheitsverhältnis $\psi = 3,465 l/s$ bei einer Beklebung der Bleche mit Papier von 0,03 mm Stärke und ist L die Gesamtlänge des Polkerns einschl. Papierbeklebung, so ist die Knickkraft je Blech

$$P'' = \frac{P_k s}{L - i \cdot 0,003}; \text{ entsprechend ist die Knickkraft je Zwischenplatte}$$

$$P'_1 = \frac{P_k s_1}{L - i \cdot 0,003};$$

damit wird der Sicherheitsfaktor gegen Ausknicken

$$S = \frac{K F}{P''} (1 - a \psi) \quad (3a)$$

für die Bleche und

$$S_1 = \frac{K_1 F_1}{P'_1} (1 - a_1 \psi_1) \quad (3b)$$

für die Platten, hierbei sind K und a die in der Hütte angegebenen Konstanten für die Bleche und K_1 und a_1 die für die Platten.

Wir haben nun noch den Fall der Verdrehbeanspruchung zu behandeln. Wie aus Abb. 6 hervorgeht, kann z. B. bei schlechtem Eintreiben der Rundkeile die eben berechnete Kraft P_k auf die Bleche und Zwischenplatten einwirkende Drehmomente hervorrufen. Bezeichnen wir mit b die Blechbreite des halben Schwalbenschwanzes an der Stelle der größten Einschnürung und mit α_0 den Betrag, um den die Bleche schief gekeilt wurden (Abb. 6), beachten wir ferner, daß bei Ausführung mit Zwischen-

⁴⁾ Werner, Die mechanische Beanspruchung raschlaufender Magnetäder, Halle: W. Knapp 1908.

⁵⁾ Hütte, 25. Aufl., Bd. 1, S. 285. Berlin: W. Ernst & Sohn 1925.

⁶⁾ Hütte, 25. Aufl., Bd. 1, S. 572.

platten wieder ähnlich wie bei der Biegebeanspruchung hier die jeweilige Verdrehung der Bleche stets ebenso groß wie die der Platten sein muß, und bezeichnen wir den Anteil von P_k , der auf ein Blech entfällt, mit P' und den, der auf eine Zwischenplatte entfällt, mit P'_1 , dann gilt hier die Beziehung $i P' + i_1 P'_1 = P_k$.

Die Einwirkung der Drehmomente $P' x_0$, bzw. $P'_1 x_0$ hat ein Verdrehen der Bleche bzw. der Zwischenplatten zur Folge. Durch dieses Verdrehen wird aber der Hebelarm (x_0) vergrößert, damit wächst wiederum das ver-

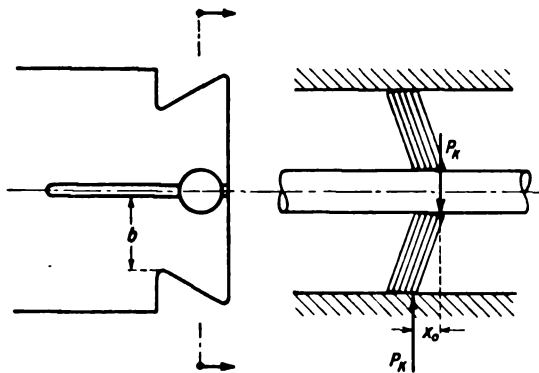


Abb. 6. Verdrehungsvorgang am Schwalbenschwanzansatz eines Magnetpols.

drehende Moment an usw., bis eine Gleichgewichtslage bei dem Hebelarm x eintritt. Der Wert x setzt sich somit zusammen aus dem ursprünglichen Hebelarm x_0 und einem Wert, der der Verdrehung unter Wirkung des Momentes $P' x$, bzw. $P'_1 x$ entspricht und den wir x_1 nennen wollen; es ist also $x = x_0 + x_1$. Der verhältnismäßige Verdrehungswinkel unter Wirkung dieser Momente hat die

Größe⁷⁾ $\delta = \frac{P' x}{\eta_3 s^3 b G}$ für die Bleche bzw. $\delta = \frac{P'_1 x}{\eta_{31} s_1^3 b G_1}$

für die Zwischenplatten, wobei mit η_3 bzw. η_{31} die Werte je nach dem Verhältnis b/s bzw. b/s_1 einzusetzen sind. Bezeichnen wir mit y_1 den Abstand des Kräftepaars vom Verdrehquerschnitt und mit y_2 den Abstand der Kraft P von der Verdrehachse, dann ist $x_1 = y_1 y_2 \delta$. Aus allen diesen Beziehungen ergibt sich

$$P' = \frac{\eta_3 s^3 G}{i \eta_3 s^3 G + i_1 \eta_{31} s_1^3 G_1} P_k;$$

$$P'_1 = \frac{s_1^3 G_1 \eta_{31}}{i \eta_3 s^3 G + i_1 \eta_{31} s_1^3 G_1} P_k;$$

$$x = \frac{i \eta_3 s^3 G + i_1 \eta_{31} s_1^3 G_1}{i \eta_3 s^3 G + i_1 \eta_{31} s_1^3 G_1 - P_k y_1 y_2} x_0;$$

und die Verdrehspannung wird in den Blechen:

$$\sigma_d = \frac{P' x}{\eta_2 b s^2} = \frac{\eta_3}{\eta_2} \frac{s G x_0 P_k}{(i \eta_3 s^3 G + i_1 \eta_{31} s_1^3 G_1) b - P_k y_1 y_2} \quad (4a)$$

und in den Zwischenplatten:

$$\sigma_{d1} = \frac{\eta_{31}}{\eta_{21}} \frac{s_1 G_1 x_0 P_k}{(i \eta_3 s^3 G + i_1 \eta_{31} s_1^3 G_1) b - P_k y_1 y_2} \quad (4b)$$

G_1 bzw. G_2 ist dabei das Gleitmaß für die Bleche bzw. die Platten.

4. Auswertung der Versuchsergebnisse.

Rechnet man nach den vorstehend aufgestellten Formeln den ersten Schleuderversuch durch, dann erhält man eine größte, über Eck der Schwalbenschwanzzacken (Querschnitt III—III in Abb. 1, Schnittwinkel 65° nach Werner) auftretende Biegespannung von 1300 kg/cm^2 . Ferner ergibt sich ein Sicherheitsfaktor

gegen Ausknicken der Bleche, gerechnet nach Formel (3), von $S = 1,51$. Gl. (4) endlich ergibt als größte Verdrehspannung den Wert $\sigma_d = 43\,000 x_0$. Die Zugspannung im Querschnitt I—I (Abb. 1) errechnet sich zu 930 kg/cm^2 .

Diese Werte stehen, wie man sieht, in sehr guter Übereinstimmung mit den praktischen Ergebnissen des Versuches. Da die Bruchfestigkeit des Dynamobleches, wie an der Reißmaschine festgestellt wurde, etwa 2800 kg/cm^2 beträgt, erscheint es gerechtfertigt, daß weder ein Bruch über Eck noch ein Abreißen des ganzen Schwalbenschwanzes längs I—I stattgefunden hat. Da, wie Abb. 2 zeigt, aber auch kein Abbiegen der Zacken über Eck eingetreten ist, muß die Biegespannung unterhalb der Streckgrenze des Dynamobleches (etwa 2000 kg/cm^2) gelegen sein, was die Rechnung auch bestätigt.

Der am rechten Rand der Abbildung erkennbare Beginn des Ausknickens der Bleche besagt, daß der Sicherheitsfaktor etwas oberhalb 1 liegen muß, was durch die Rechnung ebenfalls bestätigt wird. Deutlich ausgeprägt ist die Verdrehung der Bleche. Da es eine bleibende Verdrehung ist, muß die Drehspannung oberhalb der Verdreh-Streckgrenze gelegen sein. Nimmt man diese mit etwa 1500 kg/cm^2 an, dann erhält man einen Wert $x_0 = 0,035$, d. h. beim Zusammenbau des Läufers entstand durch Eintreiben des Keiles ein Schrägstellen der Bleche um $0,35 \text{ mm}$, ein Wert, der bei normaler Werkstattarbeit kaum geringer erwartet werden darf.

Der zweite Versuch ist insoweit noch lehrreicher als der erste, da hier von den beiden gleich hoch beanspruchten Magnetpolen der eine herausgeflogen ist, während der andere in der Nabe hängen blieb. Man kann hier also die Einleitung des Zerstörungsvorganges besonders gut beobachten.

Die Berechnung der Biegebeanspruchung beim Zerknall liefert für die Bleche einen Wert $\sigma_b = 2050 \text{ kg/cm}^2$ und für die Zwischenplatten $\sigma_{b1} = 2100 \text{ kg/cm}^2$. Der Sicherheitsfaktor gegen Ausknicken der Bleche ergibt sich zu $S = 1,1$ vor und zu $S = 0,96$ nach dem Bruch der Zwischenplatten. Die Drehspannung errechnet sich für die Bleche zu $\sigma_d = 25\,700 x_0$ und für die Zwischenplatten zu $\sigma_{d1} = 107\,500 x_0$. Setzt man für x_0 den Wert $0,035$ cm aus dem ersten Schleuderversuch ein, so erhält man $\sigma_d = 900 \text{ kg/cm}^2$ und $\sigma_{d1} = 3760 \text{ kg/cm}^2$. Diese Werte stimmen mit den praktischen Versuchsergebnissen ebenfalls gut überein.

Der Wert $\sigma_{d1} = 3760 \text{ kg/cm}^2$, der nahe an der Verdrehfestigkeit liegt, besagt, daß bei dem herausgeflogenen Pol zuerst die Schwalbenschwanzansätze der Zwischenplatten abgedreht worden sein müssen. Dieser Bruch hat die weitere Zerstörung eingeleitet. Tatsächlich zeigt Abb. 4 auch, daß diese Ansätze gebrochen sind. Abb. 5 zeigt, daß diese Verdrehspannung nicht sehr viel höher als der gerechnete Wert gewesen sein kann. Nach dem Bruch der Zwischenplatten wächst die Verdrehspannung in den Blechen augenblicklich auf den Wert $\sigma_d = 2900 \text{ kg/cm}^2$ an, auch die Bleche müssen nun brechen. Der vorstehend errechnete Sicherheitswert gegen Ausknicken der Bleche besagt, daß sowohl am herausgeflogenen als auch am anderen Pol ein deutlicher Beginn des Ausknickens zu erkennen sein muß. Ebenso muß ein deutliches Abbiegen der Schwalbenschwanzzacken zu sehen sein, da die Werte σ_b nun oberhalb der Streckgrenze liegen. Die Abb. 3 und 4 zeigen dies tatsächlich.

Zusammenfassung.

Der Versuch hat gezeigt, daß es wichtig ist, bei der Berechnung der besonders im Elektromaschinenbau häufig vorkommenden geblättern Konstruktionsteile in erster Linie deren stets geringe Blechstärke zu berücksichtigen. Er hat uns bezüglich der Schwalbenschwanzbefestigung solcher Teile wertvolle Fingerzeige geliefert und uns damit auf diesem Gebiete einen weiteren Schritt vorwärts gebracht.

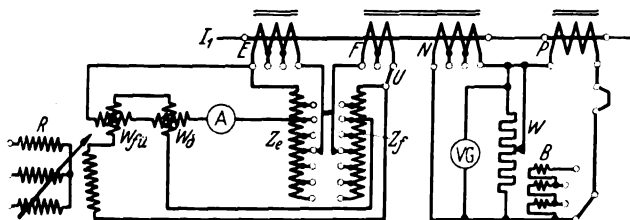
⁷⁾ Hütte, 25. Aufl., Bd. I, S. 635.

Meßwandler-Prüfeinrichtung nach dem Differential-Nullverfahren.

Von O. E. Nölke VDE, Dresden.

Übersicht. Von einer neuzeitlichen Meßwandler-Prüfeinrichtung werden neben einer ausreichenden Genauigkeit einfache Bedienbarkeit und gute Transportfähigkeit verlangt. Es wird eine Meßwandler-Prüfeinrichtung geschildert, die diese Bedingungen erfüllt und trotzdem mit einem verhältnismäßig unempfindlichen Nullinstrument auskommt. Für die Stromwandlerprüfung wird ein Verfahren angegeben, das die Genauigkeit außerordentlich zu steigern gestattet. Die Einrichtung ermöglicht auch die Bestimmung von Strom- und Spannungswandlerbürden.

In den letzten Jahren wurde von der elektrotechnischen Industrie eine Reihe von tragbaren Meßwandler-Prüfeinrichtungen auf den Markt gebracht¹⁾. Veranlassung hierzu war das Bedürfnis nach einer einfachen und sicheren Meßwandler-Prüfeinrichtung, die sowohl eine gesteigerte Empfindlichkeit besitzt als auch die Messung von Wandlern am Einbauort ermöglicht. Allgemein arbeiten diese Einrichtungen nach dem Differentialprinzip unter Verwendung eines Normalwandlers, dessen Fehler entweder bekannt ist und durch Korrektur berücksichtigt wird oder aber vernachlässigbar klein ist. Die Unter-



- | | | | |
|----------|------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| <i>B</i> | Bürde | <i>VG</i> | Vibrationsgalvanometer |
| <i>E</i> | Erregerstromwandler | <i>W</i> | Empfindlichkeitswiderstand |
| <i>F</i> | Fehlerstromwicklung | <i>W_δ</i> | Blindleistungsmesser |
| <i>N</i> | Normalwandler | <i>W_{fū}</i> | Wirkleistungsmesser |
| <i>P</i> | Prüfling | <i>Z_e, Z_f</i> | Zwischenwandler |
| <i>R</i> | Strom- und Phaseregler | | |

Abb. 1. Prinzip der Stromwandlermessung nach dem Differential-Nulverfahren.

schiede zwischen den einzelnen Verfahren bestehen in der mehr oder weniger vollständigen Ausnutzung des Differenzstromes (bzw. der Differenzspannung) zwischen Normalwandler und Prüfling. Bei der hier beschriebenen Meßwandler-Prüfeinrichtung nach dem Differential-Nullverfahren wird der Differenzstrom durch eine Angleichung der Übersetzung des Normalwandlers an die des Prüflings zum Verschwinden gebracht. Das Nullinstrument liegt unmittelbar im Differentialzweig. Ein infolge mangelhaften Abgleiches etwa noch vorhandener Differenzstrom wird voll dem Nullinstrument zugeführt, so daß zur Erreichung einer großen Empfindlichkeit ein verhältnismäßig unempfindliches Nullinstrument genügt. Dieser Umstand trägt wesentlich zur Vergrößerung der Fremdfeld-Unabhängigkeit der Einrichtung bei.

Das Prinzipschaltbild der Stromwandler-Meißrichtung zeigt Abb. 1. Normalwandler N und Prüfling P liegen primär in Reihe. Die Sekundärwicklungen des Normalwandlers und des Prüflings arbeiten auf einen Differentialzweig, der Prüfling über die Bürde B . Im Differentialzweig liegt das Vibrationsgalvanometer VG ; es schlägt aus, wenn die Übersetzung des Prüflings von der des Normalwandlers abweicht.

Der Normalwandler trägt außer der Sekundärwicklung eine dritte Wicklung, die sogenannte Fehlerstromwick-

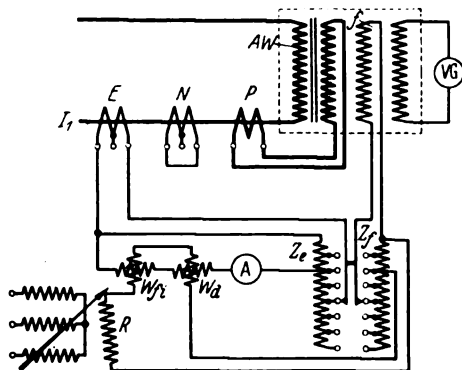
lung F ; sie wird zum Abgleich der Einrichtung mit einem nach Phase und Größe regelbaren Strom beschickt, welcher demselben Netz wie der Primärstrom entnommen wird. Im abgeglichenen Zustande haben Normalwandler und Prüfling das gleiche Übersetzungsverhältnis. Da die AW-Zahl des Normalwandlers bekannt ist, ist der die Fehlerstromwicklung F durchfließende Strom nach Phase und Größe ein Maß für die Änderung des Übersetzungsverhältnisses des Normalwandlers und somit für den Fehler des Prüflings. Und zwar entspricht die mit dem Primärstrom phasengleiche Komponente dieses Stromes dem Stromfehler, die auf ihm senkrecht stehende dem Fehlwinkel des Prüflings. Die Ausmessung dieses Stromes nach Phase und Größe erfolgt mittels eines Wirk- und eines Blindleistungsmessers W_{fu} und W_{δ} . Als Bezugsgröße dient ein dem Primärstrom von Normalwandler und Prüfling proportionaler und phasengleicher Strom, der von einem besonderen Wandler, dem Erregerstromwandler E , geliefert wird. Bei der praktischen Ausführung der Meßeinrichtung ist der Normalwandler als Zweikernwandler ausgeführt. Der eine Kern hat hohe Genauigkeit und dient zur Speisung des Differentiales, der andere Kern weniger hoher Genauigkeit dient zur Erregung der Leistungsmesserkreise. Da zur Ausmessung des Fehlerstromes nach Phase und Größe zum Primärstrom nicht Quotienten-, sondern Leistungsmesser verwendet werden, ist es notwendig, daß mit dem Primärstrom das Übersetzungsverhältnis des Erregerstromwandlers so verändert wird, daß die Sekundärstromstärke dieses Wandlers und somit der Erregerstrom der Leistungsmesserrähmchen immer derselbe ist. Die anzeigenden Leistungsmesser sind in Stromfehler und Fehlwinkel geeicht, daher muß die Übersetzung der Fehlerstromwicklung auf den Normalwandler den Kehrwert der Übersetzung des Erregerstromwandlers auf die Erregerwicklung der Leistungsmesser darstellen oder mit anderen Worten: Das Produkt beider Übersetzungen muß dasselbe sein. Erreicht wird diese Forderung durch den Einbau zweier Zwischenwandler Z_e und Z_f , deren Übersetzungsverhältnis siebenstufig umschaltbar ist und die von einem gemeinsamen Schalter bedient werden. Die sieben Stufen entsprechen 10, 20, 30, 50, 80, 100 und 120 % Nennstrom. Ein Strommesser im Sekundärkreis des Zwischenwandlers Z_e zeigt den konstant zu haltenden Strom an.

Die Fehlergrößen des Prüflings und der Primärstrom werden mithin nach einem „Gleichlast-Verfahren“ gemessen.

Die Eichung eines Stromwandlers geht so vor sich, daß der Zwischenwandler-Umschalter auf die gewünschte Stufe des Primärstromes gestellt und mittels eines den Primärstrom der Wandler beeinflussenden Reglers der Ausschlag des Strommessers A auf 100 Skalenteile gebracht wird. Sodann ist die Brücke durch den Strom- und Phasenregler R abzugleichen und an den Instrumenten unmittelbar Stromfehler und Fehlwinkel abzulesen. Der Vorteil des Verfahrens liegt darin, daß die volle Fehlerenergie des Prüflings zur Erregung des VG zur Verfügung steht, daß sie also außerordentlich hohe relative Empfindlichkeit besitzt, so daß zur Erreichung der bei neuzeitlichen Meßwandler-Prüfeinrichtungen üblichen Empfindlichkeit von $1/10^0/_{\text{‰}}$ mit einem verhältnismäßig ungenauen VG auszukommen ist, das den Vorteil großer Fremdfeldunabhängigkeit bietet. Zur Messung von 1 A-Wandlern braucht das VG bei 10 % des Nennstromes zur Erreichung dieser Empfindlichkeit nur einen Nullstrom von $1 \cdot 10^{-5}$ A anzuzeigen. Durch Umschalten der Win-

¹⁾ ETZ 51 (1930) S. 1657. — W. Hohle, Arch. Elektrotechn. 27 (1933) S. 849. — Zwierina, Elektrotechn. u. Masch.-Bau 55 (1937) S. 1.

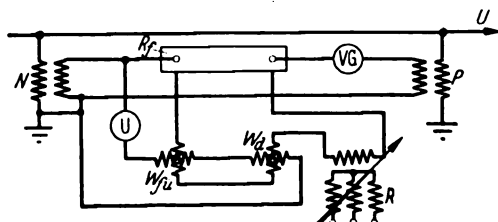
dungszahl der Fehlerstromwicklung F läßt sich in einfacher Weise der Anzeigebereich der Einrichtung ändern. Die im Sekundärkreis des Prüflings liegende umschaltbare Bürde B dient zur Aufnahme von Fehlerkurven bei verschiedener Belastung des Prüflings. Ein weiterer Vorteil des geschilderten Verfahrens besteht darin, daß man zur Messung von Präzisionsstromwandlern auch Abgleichverfahren mittels der Amperewindungswaage²⁾ anwenden kann. Abb. 2 zeigt das Prinzip-



AW Amperewindungswaage f Fehlerstromwicklung

Abb. 2. Stromwandlermessung mit der Amperewindungswaage.

schaltbild dieses Verfahrens. Der Normalwandler wird durch die sogenannte Amperewindungswaage AW ersetzt. Dieser Apparat besteht aus einem ringförmigen Eisenkern mit vier möglichst streuungslosen Wicklungen, nämlich einer Primärwicklung, die vom Primärstrom des Prüflings durchflossen ist, einer Sekundärwicklung, die von der Sekundärseite des Prüflings in entmagnetisierendem Sinne gespeist wird, einer Tertiärwicklung, welche das Vibrations-Galvanometer VG speist und einer vierten Wicklung f , welche als Beeinflussungswicklung der Amperewindungswaage dient. Die Wicklung f wird vom Fehlerstromzwischenwandler Z_f gespeist, der Erregerzwischenwandler Z_e wird ebenfalls von einem Stromwandler gespeist, nämlich vom Erregerkern des Normalstromwandlers, dessen Hauptkern-Sekundärwicklung bei dieser Messung kurzgeschlossen wird.



R_f Fehlerstrom-Widerstand

Abb. 3. Prinzip der Spannungswandlermessung nach dem Differential-Nullverfahren.

Da im abgeglichenen Zustande, d. h. bei Stromlosigkeit des VG, der Eisenkern der Amperewindungswaage flußlos ist, stellt dieselbe einen Stromwandler ohne Eisenverluste dar, der somit keinen Magnetisierungsstrom verbraucht. Die Summe sämtlicher AW-Zahlen seiner Wicklungen muß Null sein. Das heißt, bei bekannten Windungszahlen ist der in der Fehlerstromwicklung f fließende Strom ein absolutes Maß für den Fehler des Prüflings. Dieses Verfahren ermöglicht die Herstellung außerordentlich genauer Normalstromwandler.

Das grundsätzliche Schaltbild der Spannungswandler-Meßeinrichtung zeigt Abb. 3. Normalwandler N und Prüfling P liegen an derselben Hochspannung. Ihre Niederspannungen sind ebenfalls in Differential gegeneinander geschaltet, und zwar über den Fehlerstromwider-

stand R_f und das Vibrations-Galvanometer VG. Der Fehlerstromwiderstand R_f wird mittels des Phasen- und Amplitudenreglers mit einem Fremdstrom beschickt, der im Abgleich der Einrichtung einen Spannungsabfall an seinen Klemmen erzeugt, welcher der Fehlergröße des Prüflings entspricht. Dieser Abgleichstrom wird nach Phase und Größe zur Sekundärspannung des Normalspannungswandlers mittels der gleichen Leistungsmesser wie bei der Stromwandler-Meßeinrichtung ausgemessen. Auch die bei dieser Einrichtung verwendeten Zwischenwandler Z_e und Z_f sind wieder vorhanden und erfüllen die gleiche Funktion. Ihre Übersetzungen entsprechen 80, 100 und 120 % der Nennspannung des Prüflings. Der Spannungsabfall am Fehlerstromwiderstand R_f kann ebenfalls umgeschaltet werden, einmal zur Veränderung des Meßbereiches der Einrichtung, zum anderen zur Anpassung an verschiedene sekundäre Nennspannungen des Prüflings, nämlich 110, 100, $110/\sqrt{3}$ und $100/\sqrt{3}$ V. Außer der Messung der Fehler von Strom- und Spannungswandlern kann man mit dieser Einrichtung auch die Größe von Strom- und Spannungswandlerbürden bestimmen. Zur Bestimmung der Größe von Stromwandlerbürden wird

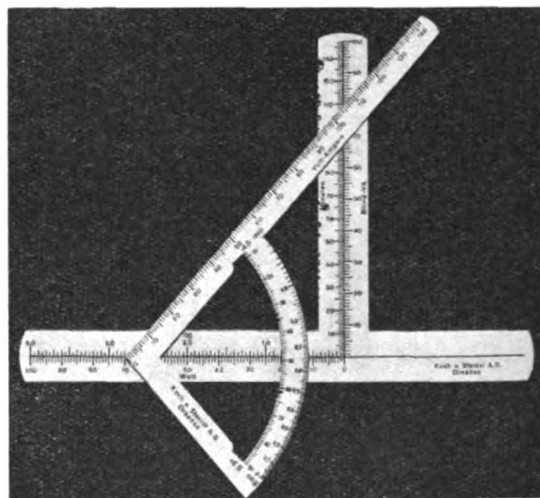


Abb. 4. Auswertvorrichtung zur Bürdenmessung.

der Spannungsabfall an der zu messenden Bürde mittels des Spannungsabfalles an dem Widerstand R_f (Abb. 3) auskompensiert, wobei der Strom der zu messenden Bürde über den Zwischenwandler Z_e die Leistungsmesserröhre erregt. Zur Messung von Spannungswandlerbürden wird der Strom der zu messenden Bürde durch einen dem Zwischenwandler Z_f entnommenen Strom auskompensiert, wobei die an der Bürde liegende Spannung über den Zwischenwandler Z_e die Leistungsmesserröhre erregt. Die Messung selbst hat denselben Hergang wie die Messung der Übersetzungsfehler von Meßwandlern, d. h. nach Einschaltung der gewünschten Nennstrom- oder Nennspannungsstufe wird das im Sekundärkreis des Zwischenwandlers Z_e liegende Instrument auf vollen Ausschlag geregelt, sodann wird mittels des Phasen- und Amplitudenreglers das VG auf Null geregelt und dann die beiden Leistungsmesser abgelesen. Da man die Größe der Bürde meistens nicht in Wirk- und Blindkomponente, sondern in VA und $\cos \beta$ kennzeichnet, ist für die Umrechnung eine Ablesevorrichtung vorgesehen, die in Abb. 4 dargestellt ist. Die in zwei handliche Koffer eingebaute Meßeinrichtung kann durch einen mehrpoligen Umschalter auf Stromwandlermessung, Spannungswandlermessung und Messung von Strom- und Spannungswandlerbürden umgeschaltet werden.

Wie schon erwähnt, ermöglicht das bei dem Differential-Nullverfahren angewandte Prinzip den Gebrauch eines verhältnismäßig unempfindlichen Nullinstrumentes

²⁾ W. Relche, VDE-Fachber. 7 (1935) S. 166.

bei großer Empfindlichkeit der Messung. Die hierdurch bedingte Fremdfeld-Unabhängigkeit ermöglicht, die für die Regelung des Hochstromes oder der Hochspannung notwendigen Regeltransformatoren unmittelbar neben der Einrichtung aufzustellen bzw. einzubauen, so daß in jedem Falle die Bedienung der Anlage von einem Platz aus erfolgen kann. Über eine nach dem gleichen Verfahren arbeitende selbsttätige Meßeinrichtung ist an anderer Stelle berichtet³⁾.

³⁾ O. E. Nölke, VDE-Fachber. 9 (1937) S. 191.

Zusammenfassung.

Zur Bestimmung der Fehlergrößen von Meßwandlern und zur Bestimmung von Meßwandlerbürden ist das Differential-Nullverfahren sehr geeignet. Die mit der Schaltung erreichbare relative Empfindlichkeit läßt sich über das praktische Bedürfnis hinaus steigern, so daß bei Abwandlung des Verfahrens für Stromwandlermessung mittels der AW.-Waage sich vorhandene Fehlergrößen von Stromwandlern auch absolut mit bisher nicht erreichbarer Genauigkeit bestimmen lassen.

Die Leitfähigkeit des Bodens in Abhängigkeit von seiner Feuchtigkeitsverteilung.

Von E. Hirt VDE, Halle/Saale.

621. 316. 993. 001. 5 : 550. 372

Übersicht. Für den Wirkungsgrad der Erdungen sind die Bodenverhältnisse von ausschlaggebender Bedeutung, da von ihnen die Leitfähigkeit abhängig ist. Man darf nicht sagen, daß mit einer Tieferlegung des Erders in jedem Falle eine erhöhte Ableitungsfähigkeit verbunden wäre; es spielen vielmehr im guten Einklang mit wirtschaftlichen Gesichtspunkten geologische Momente eine wesentliche Rolle, so daß sich für die Praxis eine Zusammenarbeit von Elektrotechnik und Geologie als notwendig erweist¹⁾.

Die Erdungen werden vielfach in Form von Platten oder Banden ausgeführt, die z. T. in zeitraubender Arbeit verlegt werden. Das Einschlagen von Rohren bringt demgegenüber gewisse Erleichterungen. Es ist allerdings darauf zu achten, daß die Wirkung eines solchen Erders von seiner Länge abhängt und diese wieder an die Bodenverhältnisse gebunden ist. Es soll damit nicht etwa gesagt sein, daß ein willkürlich angebrachter Rohrerder in jedem Falle Vorteile bringen müsse. Die Leitfähigkeit im Boden wird immer vom jeweiligen Feuchtigkeitsgehalt abhängig sein; trockener Boden leitet den elektrischen Strom im allgemeinen sehr schlecht.

Die Feuchtigkeitsverhältnisse im Erdboden sind keinesfalls konstant. Wir haben nicht nur an der Erdoberfläche Austrocknungen und darunter in jedem Falle erhöhte Feuchtigkeit zu erwarten, sondern es liegen bestimmte Differenzierungen vor, die von der jeweiligen Bodenbeschaffenheit in senkrechter Richtung abhängig sind.

Die Hydrologie, die sich im besonderen mit dem Wasserhaushalt im Erdboden beschäftigt, ist nicht allein Hilfswissenschaft der Geologie, sondern ebenso der Elektrotechnik, wo sie für den vorliegenden Fragenkreis die ausschlaggebende Beantwortung vermittelt. Damit die Feuchtigkeitsstruktur im Erdboden richtig ausgenutzt werden kann, wird ein bestimmtes geologisches Verständnis vorausgesetzt.

Die Folge der verschiedenen übereinander liegenden Erdschichten bringt einen Wechsel zwischen wassertragendem und wasserführendem Material. Wassertragend ist eine Schicht, wenn sie für Wasser praktisch undurchlässig ist, das Wasser also auf dieser Schicht verbleibt. Hierzu gehören z. B. Ton, Löß, Gips usw., d. h. also auch solche Schichten, die sich kapillar mit Wasser vollsaugen und dann einen Wasserdurchtritt sperren. Wasserführend sind Kiese, Sande, ferner zerklüftete Gesteine usw.

Die Lagerung der verschiedenen Schichten übereinander bringt es schon rein nach logischer Überlegung mit sich, daß wir einen Grundwasserhorizont auf einer grundwassertragenden Schicht haben; das hier auftretende Spiegelwasser bewegt sich in der wasserführenden Schicht, die im allgemeinen geneigt ist. Darüber treffen wir die Zone des kapillaren Anstiegs, der partiellen Kapillarität, wo nur Porenwinkelwasser auftritt, die Rekondensationszone und schließlich den Sickerraum, in den das Niederschlagswasser eindringt. Die Ausbildung dieser Feuchtigkeitszonen ist niemals konstant, sondern jeweils von den

Witterungsverhältnissen abhängig. Konstant bleibt ausschließlich der Grundwasserspiegel, der durch die Lage der wassertragenden Schicht gegeben ist. Diese Fließzone des Grundwassers wird für den elektrischen Strom die beste Leitfähigkeit besitzen, weil eben hier mit den größten Wassermengen zu rechnen ist.

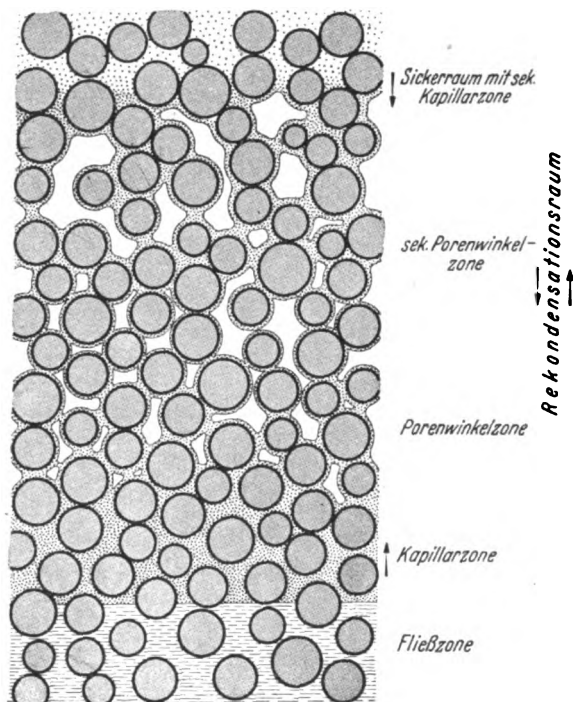


Abb. 1 Schema über die Verteilung des Wassers im Boden über dem obersten Grundwasserstockwerk.

Unmittelbar über dieser Fließzone befindet sich der Kapillarsaum; er kann mit etwa 80 bis 100 cm über dem Spiegelwasser angenommen werden. Eine größere Höhe erreicht der Kapillarsaum nur in Ausnahmefällen. Die darüber angetroffene Bodenfeuchtigkeit ist Porenwinkel- oder Rekondensationswasser, das die Poren nicht vollständig ausfüllt. Die dabei auftretenden Lufträume ziehen (vgl. Abb. 1) eine Verschlechterung der Leitfähigkeit nach sich.

Aus diesen Vorüberlegungen ergibt sich ohne weiteres eine Abgrenzung des Bodenraumes, der für die wirtschaftliche Ausnutzung der Erder in Frage kommt. Die Länge der Erder kann mithin nicht wahllos getroffen werden, sondern es haben geologische Gesichtspunkte zugrunde zu liegen. Die hierzu erforderlichen Feststellungen können ohne weiteres nach geologischen Karten gemacht werden. Keinesfalls dürfen Angaben eines Wünschelrutengängers als allein gültig angesehen werden. Ernst arbeitende Wünschelrutengänger müssen über gewisse geologische Kenntnisse verfügen. Noch besser ist eine Zusammenarbeit von Geologen und Wünschelrutengängern.

¹⁾ Vgl. a. S. 45 dieses Heftes.

Mit Hilfe der geologischen Karte läßt es sich ermitteln, ob überhaupt in brauchbarer Tiefe mit einem Grundwasserspiegel gerechnet werden darf. Erst nach dieser Feststellung wird man den Wüschelrutengänger zur Ermittlung einer günstigen Zone, die der Erdoberfläche möglichst nahe liegt, heranziehen. Diese Zone ist keine „Grundwasserader“, sondern eine auf die geologische Beschaffenheit des Untergrundes zurückzuführende besondere Wasserstruktur, die als Teil eines weit flächenhaft ausgedehnten Grundwasserhorizontes angesehen werden muß. Mit Ausnahmen ist lediglich in klüftigem Gestein zu rechnen.

Ein anschauliches Bild der durch die erläuterten Feuchtigkeitsverhältnisse gegebenen Leitfähigkeit läßt sich durch einen einfachen Versuch ermitteln. Nach der geologischen Karte wurde ein Gebiet festgestellt, wo sich unter der Humusdecke eine 3 bis 4 m wasserführende Schicht und darunter ein wassertragender Geschiebelehm befanden. In einer Entfernung von 30 m wurden zwei Sonden niedergebracht, die mit I und II bezeichnet wurden. Zur Messung des Widerstandes wurde Wechselstrom verwendet.

Die folgenden Tafeln geben die festgestellten Werte für verschiedene Sondentiefen in Ohm an. Die Sondentiefen sind von der Erdoberfläche in cm gemessen.

Zahlentafel 1.

Sonde I	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375
Sonde II	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375
Ohm	232	143	111	75	53	38	38	32	30	22	21	18	16	15

Zahlentafel 2.

Sonde I	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375
Sonde II	50	75	100	125	175	175	225	225	275	275	325	325	375
Ohm	172	118	81	60	44	38	34	32	30	22	21	18	15

Die Tafeln zeigen bei oberflächlicher Betrachtung eine Widerstandsabnahme mit zunehmender Sondentiefe. Beide Tafeln geben zwei herausspringende Zahlenreihen, die einen erheblichen Sprung zeigen. Dieser Sprung deutet auf eine mehr plötzliche Veränderung im Erdboden hin, die unmittelbaren Bezug zur Bodenfeuchtigkeit hat. Der erste Sprung setzt bei einer Tiefe von 175 cm ein. Er wird auch bereits deutlich, wenn sich erst eine Sonde in dieser Tiefe befindet, während die andere 150 cm im Erdboden steckt. Dieser Sprung ist dadurch zu erklären, daß hier in den Bereich des Porenwinkelwassers vorgedrungen wurde. Das Porenwinkelwasser schließt sich nach oben zu dem Kapillarsaum an und erfährt eine Wasseranreicherung auf dem Wege einer molekularen, auf der Hygroskopizität des Bodens beruhenden Wasserbewegung, die bei einem ausreichenden Vordringen von Temperaturschwankungen durch Rekondensationsvorgänge mehr oder weniger stark bereichert werden kann.

Ein Wasserkonsum durch Vegetation und Verdunstung sorgt für einen gewissen Ausgleich, so daß sich diese Zone natürlich nicht beliebig nach oben fortsetzen kann, sondern eine gewisse Grenze hat, wie ja auch durch Messungen und den sich dabei ergebenden Sprung im Widerstand bestätigt wird.

Bei einem weiteren Tiefersetzen der Sonden nimmt der Widerstand nur unwesentlich ab; diese Abnahme ist mit einer Vergrößerung des mit dem Boden und insbesondere dem Porenwinkelwasserraum in Verbindung stehenden Sondenteils zu erklären. Auffallend ist die zweite, bei einer Tiefe von 275 cm angetroffene, erneute plötzliche Widerstandsabnahme. Sie tritt noch nicht ein, wenn erst eine Sonde diese Tiefe erreicht hat. Sie muß erklärt werden als eine Folge des nunmehr erreichten Kapillarsaumes, dem die volle Leitfähigkeit des Spiegelwassers zukommt. Es ist klar, daß diese volle Leitfähigkeit erst dann eintreten kann, wenn beide Sonden im Gebiet der Kapillärzone stehen; denn die Kapillärzone hat eine scharfe Grenze nach oben, während von einer scharfen

Begrenzung des Porenwinkelwasserraumes nicht gesprochen werden kann.

Im Betrieb hat es sich oft ergeben, daß bei Nichtbeachtung der geologischen Verhältnisse zur Erreichung des zulässigen, VDE-mäßig geforderten Erdübergangswiderstandes der Werkstoffbedarf für die Erde außerordentlich hoch wird. In einem mir bekannten Falle hat man an einer Erdungsstelle nicht weniger als drei Erdplatten und zusätzlich 156 m Bandeisen verlegt. Das gleiche Ergebnis hätte man erreichen können, wenn man einen einzigen Rohrerder an entsprechender Stelle und Tiefe niedergebracht hätte. Nicht nur bei der gegenwärtigen Rohstoffknappheit sollte man der günstigsten Werkstoffausnutzung größte Beachtung schenken.

Bei der Niederbringung von Erdern werden in jedem Falle wirtschaftliche Arbeitsverfahren von Wert sein. Um solche Arbeitsverfahren ausarbeiten zu können, muß man sich den gegebenen Bedingungen anpassen. Hier hilft am ehesten geologische Fachberatung über die dabei auftretenden Schwierigkeiten. Eine zweckentsprechende Anbringung wird die dabei entstehende besondere Mühe mehrfach aufwiegen. Es lassen sich für bestimmte Gebiete gewisse Voraussagen treffen. In den weiten Diluvial- und Alluvialgebieten Mittel- und Norddeutschlands liegen die für Erdungen notwendigen Feuchtigkeitsbedingungen verhältnismäßig günstig. Wir haben überall in nicht allzu großen Tiefen breite Grundwasserzonen, die als Zuströmungsbereiche zu den Urstromtälern oder zu oberirdischen Flußläufen zu deuten sind. Trotzdem wird eine genaue Tiefenergründung durch eine geologische Beratung von Wert sein. Unumgänglich wird diese geologische Beratung in allen solchen Gebieten, in denen durch Gebirgsbildungen und tektonische Verwerfungen unübersichtliche Grundwasserverhältnisse auftreten müssen.

Man glaubt vielfach, daß die Leitfähigkeit des Bodens durch Einfügung von Salzen zu verbessern wäre. So bringt V. E. Johnson¹⁾ zum Ausdruck, daß die Leitfähigkeit durch Salz, Kupfersulfat oder Soda verbessert werden kann. Er ist der Meinung, daß durch die Abscheidung von metallischem Kupfer auf der Oberfläche des Erders aus dem Kupfersulfat eine erhöhte Lebensdauer des Erders gegeben ist. Wenn hierdurch zweifellos gewisse Vorteile vorhanden sind, so wirken sich diese für die Dauer naturgemäß nicht auf die Leitfähigkeit des Erdbodens aus; denn die Salze werden vom Bodenwasser gelöst und bleiben nur kurze Zeit in der Umgebung des Erders, so daß der beabsichtigte Zweck auch hierdurch nicht erreicht wird. Wir haben uns an gegebene Bedingungen zu halten, d. h. den Bodenaufbau im Hinblick auf die Feuchtigkeit besser auszunutzen als das bisher allgemein üblich war.

Zusammenfassung.

Die Ausführungen beweisen, daß eine mechanische, allein an alte Erfahrungen geknüpfte Arbeitsweise nicht immer genügen kann, vielfach sogar zu ungünstigem Werkstoff- und Arbeitsaufwand führt. Die Feuchtigkeitsverteilung im Erdboden kann auf Grund der jeweils örtlich zu beurteilenden Bodenbeschaffenheit bestens dazu geeignet sein, eine wirksame Ableitung darzustellen. Es besteht lediglich die Aufgabe, eine geeignete Stelle auffindig zu machen, wo unter Mitwirkung des Kapillarsaumes das oberste Grundwasserstockwerk in eine von der Erdoberfläche aus erreichbare Höhe kommt.

Das Grundwasser ist der eigentliche Ableiter. Da seine Verteilung im Erdboden nicht überall gleichförmig ist, liegt es nahe, unter Berücksichtigung geohydrologischer Feststellungen den geeignetsten Platz zu finden. Er soll die Stelle bezeichnen, wo ein Wassergehalt von 100 % im Boden erreicht wird, also eine vollständige Füllung der zwischen den Bodenteilchen befindlichen Räume vorliegt. Hierzu rechnen die Fließ- und Kapillärzone.

¹⁾ V. E. Johnson, Electr. J. 25 (1928) S. 445.

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 316. 993. 001. 2 : 550. 372 Die Vorausbestimmung des Ausbreitungswiderstandes von Starkstromerdern. — Da bei der Verlegung von Erdern auch bodenkundliche Fragen und meteorologische Einflüsse Berücksichtigung erfordern¹⁾, zeigt K. A. Henney, in welchem Maße die genaue Kenntnis des Bodens die zweckmäßige Verlegung von Erdern erleichtert und die Vorausbestimmung ihres Widerstandes ermöglicht. Ferner werden die durch Witterung bedingten jahreszeitlichen Schwankungen der Erdwiderstände unter Berücksichtigung meteorologischer Einflußgrößen rechnerisch ermittelt.

Die Tatsache, daß der Boden kein homogenes Gebilde ist, sondern ein Gemenge aus festen, flüssigen und gasförmigen Bestandteilen, erschwert die Beurteilung des Verhaltens von Erdern beträchtlich. Für die elektrische Leitfähigkeit kommt allerdings fast ausschließlich das im Boden enthaltene Wasser, die Art und Menge der in diesem gelösten Bodensalze (Elektrolyte) und die Größe des stromleitenden Wasserquerschnittes in Betracht. Werden verschiedenartige Böden miteinander verglichen, muß dabei ein bestimmter Wassergehalt zugrunde gelegt werden; hierfür wählt man diejenige Wassermenge, die vom Boden kapillar aufgenommen und während einer längeren Zeit festgehalten wird, die maximale Wasserkapazität. Ist im Boden ein anderer Wassergehalt vorhanden, ändert sich der spezifische Widerstand infolge Änderung des stromleitenden Wasserquerschnittes nach bestimmten Gesetzmäßigkeiten. Je trockener ein Boden ist, um so geringer ist der stromleitende Querschnitt und um so größer sein spezifischer Widerstand. Zunehmende Durchfeuchtung bewirkt so lange eine weitere Abnahme des Widerstandes, bis das Porenvolumen (die Hohlräume zwischen den einzelnen Bodenteilchen) völlig mit Wasser gefüllt ist. Die Konzentration der Bodenlösung spielt bei diesem Vorgang keine Rolle, da sie für ein und denselben Boden unabhängig vom Wassergehalt immer konstant ist.

Ferner ändert sich der spezifische Widerstand der Böden mit der Temperatur. Oberhalb des Gefrierpunktes bewirkt Temperaturerhöhung eine Abnahme des spezifischen Widerstandes entsprechend den für wässrige Lösungen geltenden Gesetzmäßigkeiten. Jedoch ist der Einfluß der Temperatur im Vergleich zu den durch Feuchtigkeitsschwankungen bedingten Änderungen des Bodenwiderstandes gering. Unterhalb des Gefrierpunktes der Bodenlösung läßt sich eine einfache Gesetzmäßigkeit nicht feststellen.

Die Lagerungsdichte beeinflusst den spezifischen Widerstand des Bodens, indem durch Verdichtung der Porenraum zwischen den einzelnen Bodenteilchen kleiner wird und infolgedessen die kapillaren Kräfte wachsen. Es wird somit eine größere Wassermenge vom Boden festgehalten und der wirksame Wasserquerschnitt vergrößert. So erklären sich günstige Erfahrungen mit dem Einstampfen und Einschlammern von Erdern.

Durch die dauernde Bewegung des Wassers im Boden werden Salze gelöst und mitgeführt; dies insbesondere bei der Versickerung des Niederschlagswassers. Die Folge ist eine zunehmende Verarmung des Bodens, die man als Auswaschung bezeichnet. Der natürliche Vorrat der Böden an löslichen Salzen ist jedoch so groß, daß innerhalb meßbarer Zeiträume eine merkliche Auswaschung nicht festzustellen ist. Schneller werden Böden ausgewaschen, die durch Zusatz wasserlöslicher Salze künstlich angereichert wurden (Tränkerder und Erder mit Salzpackung). Die Ursache hierfür ist vor allem darin zu suchen, daß der natürliche Salzgehalt erst durch den Zerfall der Böden allmählich frei wird, während bei künstlich versalzten Böden die Salze nur lose gebunden sind und daher schnell in Lösung gehen können. — Die elektrolytische Untersuchung von Böden, die den natürlichen Vorgang der Auswaschung unter Zuhilfenahme des Stromes beschleunigt und auf wenige Tage und Stunden zusammenrafft, läßt wertvolle Schlüsse über die Eigenschaft der Böden hinsichtlich ihrer elektrischen Leitfähigkeit erkennen.

Das Verhalten der Erder im Boden wird durch das Zusammenwirken der zuvor aufgezeigten physikalischen Gesetzmäßigkeiten unter dem Einfluß der Witterung verursacht. Genaueres hierüber ergaben umfangreiche Messungen an Band-, Platten- und Rohrerdern (Abb. 1), ergänzt durch gleichzeitige

physikalische Untersuchung der sie umgebenden Bodenarten. Die Erdmessungen wurden auf dem Gelände des Hochspannungsinstituts Neubabelsberg der Technischen Hochschule Berlin, die vergleichenden Bodenuntersuchungen am Institut für Bodenkunde der Preuß. Geol. Landesanstalt Berlin durchgeführt.

Zur Ermittlung des Widerstandes und des Verhaltens von Erdern entnimmt man an der für die Verlegung bestimmten Stelle mehrere Bodenproben. Diese werden untersucht, indem man zunächst ihren natürlichen Wassergehalt bestimmt und

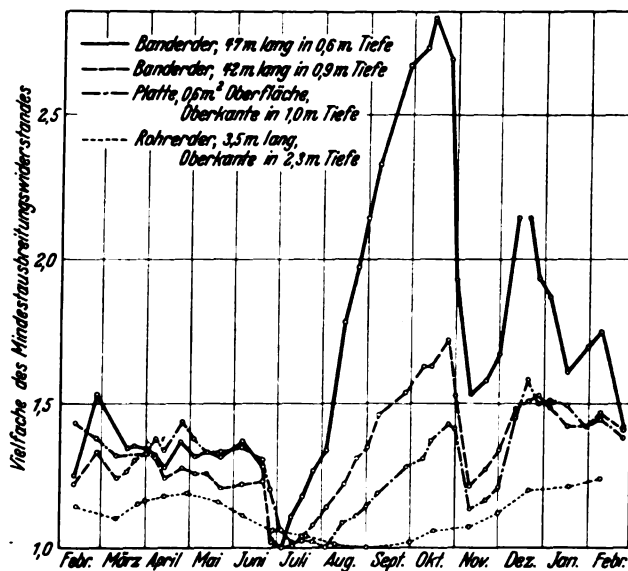


Abb. 1. Das Verhalten verschiedener Erderformen im Sand unter dem Einfluß der Witterung.

dann die Änderung des spezifischen Widerstandes bei verschiedenem Wassergehalt ermittelt. Damit erhält man den spezifischen Widerstand des Bodens bzw. der verschiedenen Bodenschichten zur Zeit der Entnahme, so daß der gleichzeitige Ausbreitungswiderstand unter Berücksichtigung der Abmessungen des geplanten Erders errechnet werden kann. Um

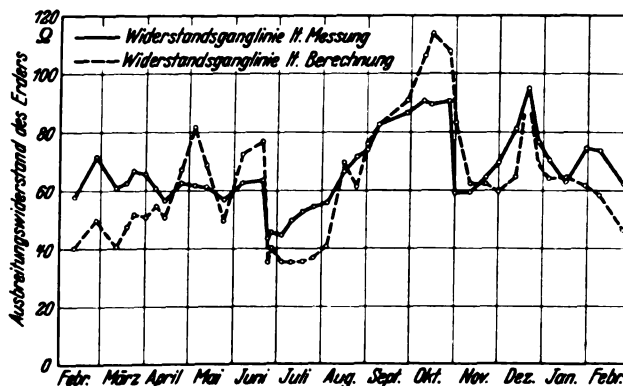


Abb. 2. Widerstandsschwankungen eines 50 cm tiefen Bänderders im Sand. Vergleich von Messung und Berechnung.

ferner auch das durch jahreszeitliche Witterungsänderungen bedingte weitere Verhalten des Erders erkennen zu können, muß man in erster Linie die Schwankungen der Bodenfeuchtigkeit in der Umgebung des Erders berücksichtigen. Auch diese lassen sich rechnerisch bestimmen. Man braucht dazu die Niederschlagswerte, die Verdunstung vom Boden und die im Boden dem Grundwasser zufließende Wassermenge, den Durchfluß. Die Niederschlagswerte für die rückliegende Zeit sind aus Messungen an über 5000 deutschen Beobachtungsstellen genau

¹⁾ Vgl. E. Hirt, S. 43 dieses Heftes.

bekannt. Für die Verdunstung vom Boden kann mit hinreichender Genauigkeit die Verdunstung aus der offenen, sog. Wildschen Schale eingesetzt werden, so daß sich dann mittels einer aus der Grundwasserkunde bekannten Bilanzgleichung der Durchfluß eines Jahres ergibt. Die Verteilung des Durchflusses auf die einzelnen Monate und Tage des Jahres kann in Anlehnung an die in zunehmendem Maße von landwirtschaftlichen Instituten durchgeführten Durchflußmessungen hinreichend genau geschätzt werden. Die drei vorgenannten Größen ergeben die Änderung des Wasservorrates im Boden; diese ermöglicht dann die rechnerische Bestimmung der Widerstandsschwankungen von Erden (s. Abb. 2). Sollen die zukünftigen Schwankungen neu zu verlegender Erder ermittelt werden, beschränkt man sich auf die Bestimmung der unter den gegebenen Verhältnissen höchst- und niedrigstmöglichen Bodenfeuchtigkeit. Diese kann aus den an unseren Observatorien gemessenen und von dort erhältlichen meteorologischen Werten früherer, besonders trockener oder feuchter Jahre ermittelt werden. Der Einfluß der Bodentemperatur ist hierbei im allgemeinen zu vernachlässigen, da die Temperaturabhängigkeit des spezifischen Widerstandes im frostfreien Boden im Vergleich zur Abhängigkeit vom Feuchtigkeitsgehalt gering ist. Die bei Frost auftretenden Widerstände können mit Rücksicht auf die klimatischen Verhältnisse Mitteleuropas außer Betracht bleiben, da Wintergewitter bei uns selten sind und der Schutzwert der Erder mit Rücksicht auf diese nicht unnötig hoch getrieben zu werden braucht.

Die Zahl der zu einer Vorausberechnung erforderlichen Bodenproben ist je nach Ausdehnung des Erders und Schichtung des Erdreiches verschieden. In ausgedehnten Schichten annähernd gleichen Aufbaus genügen bereits zwei bis fünf Proben, um den Ausbreitungswiderstand von 30 m langen Bändern oder 3,5 m langen Rohren so genau zu bestimmen, daß die Ergebnisse von Berechnung und Messung um weniger als 25% voneinander abweichen.

Bei der großen Bedeutung, die man der Erdungsfrage zur Erhöhung der Betriebssicherheit wichtiger Leitungen heute beimißt, werden geringe Mehrkosten für Bodenuntersuchungen durch die Vorteile der Vorausberechnung aufgewogen. Die Vorausberechnung bietet vor allem auch die Möglichkeit, geforderte Mindest-Erdungswiderstände durch Verlegung zweckmäßig bemessener Erder in gut leitenden Schichten mit dem geringstmöglichen Materialaufwand zu erzielen. Es wäre daher wünschenswert, wenn das entwickelte Verfahren beim Bau neuer und bei der Erdungsverbesserung bereits bestehender Leitungen in recht vielen Fällen Anwendung finden würde. Die einmal gesammelten Erkenntnisse werden sich dann auch auf ähnliche Verhältnisse hinsichtlich Boden und Klima übertragen lassen, so daß in Zukunft die Vorausberechnung mit noch geringeren Kosten, dafür aber größerer Genauigkeit möglich sein wird. [K. A. Henney, Der Ausbreitungswiderstand von Starkstromerden in Abhängigkeit von Bodenbeschaffenheit und Witterung. Diss. T. H. Berlin 1935.] Sb.

Geräte und Stromrichter.

621. 316. 57. 027. 7 Ölstrahlschalter für 500 kV. — Auf der Pariser Weltausstellung wurde ein Pol eines Leistungsschalters für eine Nennspannung von 500 kV ausgestellt. Die Lichtbogenlöschung wird bei dieser Bauart durch Hineinziehen des Unterbrechungslichtbogens in mehrere hintereinander liegende Löschkammerräume erreicht. Dabei strömt das durch den Lichtbogen erzeugte Ölgas vermischt mit Öl aus der unteren Öffnung der Löschkammer aus und bespült einen der Lichtbogenfußpunkte wirksam. Die Unterbrechung kleiner Ströme wird dadurch unterstützt, daß durch den hohlen Schaltstift Öl in die Schaltstrecke eingespritzt wird. Dieses Einspritzen von Öl hat dem Gerät auch seine Benennung „Orthoprojecteur“ gegeben. Schalter für Nennspannungen bis 150 kV besitzen nur eine derartige Lichtbogenlöschschiebung. Bei 220 kV-Schaltern liegen zwei in Reihe; das Gerät für 500 kV ist mit vier unter Öl liegenden Schaltstrecken ausgerüstet. Außer diesen vier beim eigentlichen Unterbrechungsvorgang wirksamen Schaltstrecken besitzt der 500 kV-Schalter noch zwei Lufttrennstrecken zum nachträglichen Abtrennen der Schalterteile von den spannungsführenden Zuleitungen. Für die Nennspannungen 75 bis 220 kV ist bei den ölarmen Schaltern der gleichen Bauart eine Lufttrennstrecke vorgesehen; unter 75 kV ist auf sie verzichtet.

Der für einen Nennstrom von 500 A gebaute Ölstrahlschalter für 500 kV ist für eine Durchgangsleistung von 435 MVA bemessen. Sein Schaltvermögen wird mit 5000 MVA angegeben.

Der Ölinhalt je Schalterpol beträgt 200 l. Das Gerät ist aus zwei symmetrischen Schalterhälften aufgebaut. Jede Hälfte besteht aus einem Leistungsschalter mit zwei in Reihe liegenden Schaltstrecken unter Öl und einem Trennschalter. Die beiden Leistungsschalter sind einander zugekehrt und besitzen oben eine metallische Querverbindung. Die beiden Trennschalter liegen nach außen. Die beim Unterbrechungsvorgang wirksamen Teile der Leistungsschalter werden von etwa 4,5 m hohen zweiteiligen Stützern getragen. Die Porzellane dieser Stützer sind aus einzelnen Teilen zusammengarniert. Diese Teile sind so ausgebildet, daß sich Scherben mit Bodenplatte und solche ohne Bodenplatte abwechseln. Der Raum zwischen zwei Bodenplatten steht durch reichlich bemessene Öffnungen mit der Außenluft in Verbindung. Die oberen Spannung führenden Teile des Leistungsschalters liegen etwa 9,5 m über den an Erde liegenden Fußarmaturen der tragenden Stützer. Die Übertragung der Schaltbewegung erfolgt an jedem Leistungsschalter über sechs Vollporzellane, von denen vier gegen Erde isolieren, während die beiden oberen die Bewegung auf die Schaltstifte der beiden Unterbrechungsstellen zu übertragen haben. Die Gesamtausschaltzeit (einschließlich Öffnung der Trennstrecken) beträgt 0,7 s; die Ausschaltzeit des Leistungsschalters allein 0,25 s. Abb. 3 zeigt die rechte Hälfte des Schalters.

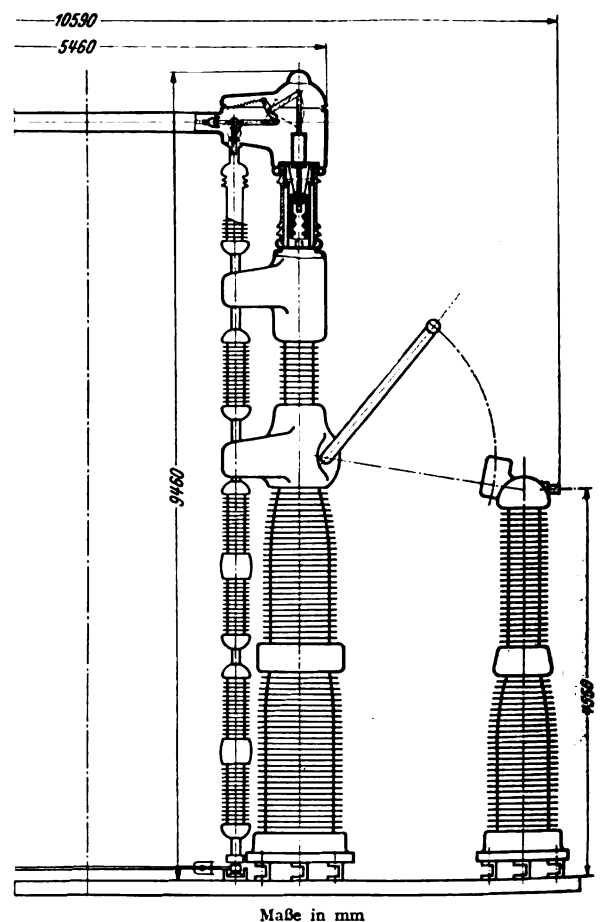


Abb. 3. Rechte Hälfte des Ölstrahlschalters für 500 kV.

Der Leistungsschalter ist in trockenem Zustande mit einer Prüfspannung von 1130 kV 1 min geprüft, seine Trocken-Überschlagspannung beträgt 1250 kV. Unter Regen beträgt seine Prüfspannung 1001 kV. Die Überschlagspannung unter Regen ist 1100 kV. [Broch. Trimestr. Delle (1937) Juli-Sonderheft.] O. S.

621. 3. 017. 71 : 621. 318. 423. 014. 3 Zur Berechnung der Kurzschlußerwärmung bei Drosseln. — Der zeitliche Verlauf des Kurzschlußstromes (I_k) bei verschiedenen Blindwiderständen (X in %) wurde für Generatoren amerikanischer Bauart von Hahn und Wagner¹⁾, für die russischer Bauart von Tchernin²⁾ angegeben. Untersucht man die entsprechenden Kurven in einem doppelten logarithmischen Koordinaten-

¹⁾ W. C. Hahn u. C. F. Wagner, Electr. Engng. 51 (1932) S. 324.
²⁾ A. B. Tchernin, Elektritschestwo (1934) H. 10, S. 34; H. 11, S. 30.

system t, m ($t = \text{Zeit}$, $m = I_k/I_{\text{norm}}$), so können analytische Näherungsausdrücke für m gefunden werden. Für die Hahn-Wagnerschen Kurven ergibt sich z. B.:

$$m = a(t + 0,05)^{-\alpha} \quad \text{für } t < 0,25 \text{ s}$$

$$m = b t^{-\beta} \quad \text{für } t = 0,25 \text{ bis } 3 \text{ s,}$$

wobei a, b, α und β von X abhängig und durch Kurven angegeben sind. Ähnliche Ausdrücke können für die Tscherninschen Kurven gefunden werden. Mit Hilfe von diesen Ausdrücken kann nun die in der Grundformel der Leitererwärmung vorkommende Integration durchgeführt werden. Wird

$$A = \int_0^t m^2 dt \quad \text{und} \quad B = 4,19 \cdot 10^4 \int \frac{c \lambda}{\sigma} d\tau$$

gesetzt, wobei c die spez. Wärme, σ der spez. Widerstand und λ das spez. Gewicht des Leitermaterials sind, so hat man

$$I_{\text{norm}}^2 A = q^2 (B_1 - B_0).$$

Die schon von Fabinger¹⁾ angegebene Lösung des zweiten Integrals, in dem c und σ bekannte Funktionen der Erwärmung τ sind, liefert für $B = f(\tau)$ eine Kurve, der man die der Anfangs- und Endtemperatur entsprechenden Werte B_0 und B_1 entnehmen kann. Die letzte Gleichung gestattet, alle vorkommenden Aufgaben, also z. B. die Bestimmung des Leiterquerschnittes q bei gegebener Kurzschlußzeit t und bei angenommener Anfangs- und Endtemperatur, zu lösen. [J. Hak, Elektrotechn. u. Masch.-Bau 55 (1937) S. 505; 6 S., 10 Abb.] Vb.

Elektrische Maschinen.

621. 313. 2-84 **Ein neuer tragbarer Gleichstromerzeuger.** — Die Antriebsmaschine ist ein luftgekühlter Viertaktmotor von 0,75 kW Leistung, dessen Getriebeteile aus

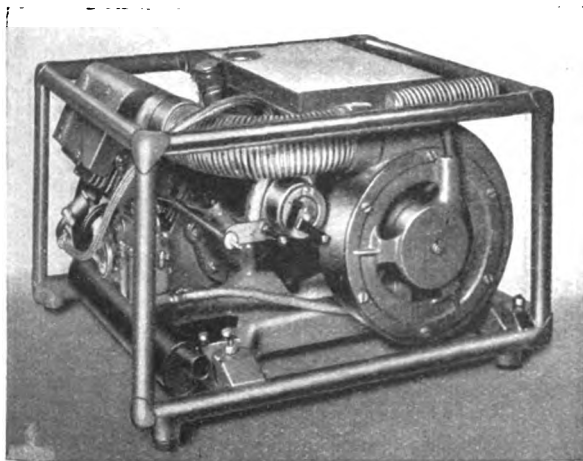


Abb. 4. Tragbarer Gleichstromerzeuger, 0,4 kW.

hochwertigen Baustoffen hergestellt sind und so ein Höchstmaß von Betriebssicherheit gewährleisten. Die Übertragung des Drehmomentes auf den Stromerzeuger, dessen Bauart den Lichtmaschinen von Fahrzeugmotoren ähnlich ist, erfolgt mittels doppeltrolliger Riemenscheibe. Der Anlauf wird durch den Zug an einem mit Handgriff ausgestatteten kurzen Drahtseil eingeleitet. Zum Schutz gegen äußere mechanische Einflüsse umgibt ein Rahmen aus geschweißten Stahlrohren die Maschine. Trotz kleinstem Platzbedarf sind auch die Hilfseinrichtungen wie Vergaser, Regler, Zündmaschine gut zugänglich. Die Abb. 4 zeigt die betriebsfertige Maschine, deren Gewicht durch weitgehende Verwendung von Leichtmetall nur etwa 22 bis 25 kg beträgt. Als Transportmittel ist ein Tornister aus Sperrholz mit Blechverschalung durchgebildet. Die Maschine wird für eine Gleichstromleistung von etwa 400 W mit Verbundwicklung für die Speisung von kleinen Lichtnetzen oder motorisch angetriebenen Werkzeugen bzw. mit Nebenschlußwicklung und selbsttätiger Regelung der Spannung für Batterieaufladung gebaut. [W. Kraus, Siemens-Z. 17 (1937) H. 10, S. 530; 2 S., 4 Abb.] ol.

¹⁾ F. Fabinger, Elektrotechn. u. Masch.-Bau 44 (1926) S. 149.

Meßgeräte und Meßverfahren.

681. 13 + 621. 317. 785 **Selbstverkäufer mit besonderer Berücksichtigung der Elektrizitätszähler.** — In einer umfangreichen Arbeit behandeln Prince und Whitehead das gesamte Gebiet der Selbstverkäufer. Nach Beschreibung des allgemeinen Aufbaues von Automaten, wobei Waren- und Fernsprechautomaten als Beispiele gebracht werden, und kurzer Behandlung der geschichtlichen Entwicklung werden eingehend die Elektrizitäts-Selbstverkäufer (Prepayment meters) beschrieben. Zunächst werden die einzelnen Bauelemente mit zahlreichen Abbildungen erklärt: Münzprüfer, Preiswechselgetriebe, Antrieb durch den Handtrieb wie Differential oder Spindel mit Wandermutter, Münzvorrat mit Anzeige, Schalter (Druckkontakte, Kommutator, Quecksilberschalter). Es folgen Beispiele neuzeitlicher Münzzähler. Anschließend werden mit 7 Beispielen die besonderen Münzprüfer und Getriebe für 2 oder 3 verschiedene Münzen („Optional coin mechanisms“) erklärt und ebenfalls mit 7 Beispielen Automaten für verschiedene Tarife (Licht—Kraft). Die Angaben über die Beeinflussung der Genauigkeit durch Zahnluft, Federmomente usw. haben wenig praktische Bedeutung. Weiter werden die Betrugsmöglichkeiten, Verwendung falscher Münzen oder echter Münzen, die wieder zurückgezogen werden, Eingriff mit Draht u. a. m. und die Gegenmaßnahmen besprochen und endlich die Prüfung der Münzzähler. Nach einigen Angaben über die Verbreitung der Münzzähler in verschiedenen Ländern folgen noch vollständige Tafeln der Münzen aller Länder, geordnet nach Durchmesser und Dicke mit Angaben über Maßabweichung, Wert und Form. Leider fehlen Angaben über die Gewichte. [J. Prince u. Whitehead, J. Instn. electr. Engrs. 81 (1937) S. 515; 37 S., 38 Abb.] Be.

Verkehrstechnik.

621. 355 : 629. 12 **Batterien für Fährboote.** — In einer neuen Kettenfähre, die kürzlich zwischen Ost- und West-Cowes über den Medina-Fluß auf der Insel Wight in Betrieb genommen wurde, befindet sich eine Kraftanlage, die aus einer kleinen Dieseldynamo und einer Akkumulatorenbatterie, letztere zur Bewältigung der Spitzenleistungen, besteht. Die von einem 20 kW-Dieselmotor angetriebene Dynamo (15 kW) liefert genügend Arbeit für die Durchschnittsbelastung. Die Spitzenarbeit wird von einem aus 60 Zellen bestehenden Sammler mit einer Kapazität von 226 Ah bei fünfstündiger Entladung gedeckt. Der Hauptantriebsmotor arbeitet über ein Getriebe auf die Treibräder, über die die Ketten des Fährschiffes laufen. Er hat eine Leistung von 29,5 kW bei 500 U/min. Sein Anzugsmoment ist 2,6mal größer als sein Vollbelastungsdrehmoment. Beim Anfahren der Fähre übernimmt die Batterie den größten Teil der Last, indem von der 400 bis 500 A großen Stromaufnahme 300 bis 400 A von der Batterie gedeckt werden. Während der Fahrt liefert die Dynamomaschine zum Fahrstrom in Höhe von 100 bis 120 A nur etwa 50 A. Jede Fahrt dauert etwa 70 s. In den rd. 3½ min währenden Pausen zwischen An- und Abfahrt der Fähre wird die Batterie geladen und damit dauernd in einem Entladezustand von 25% gehalten, damit sie fähig ist, einen Ladestrom von etwa 40 A aufzunehmen. Die Batterie hat somit einen verhältnismäßig hohen Wirkungsgrad von rd. 97%. Damit nun die Batterie, wie es zu ihrer Erhaltung unbedingt erforderlich ist, hin und wieder voll aufgeladen wird, erfolgt alle 14 Tage eine siebenstündige Ladung während der Betriebspausen. Um die Batterie wieder auf den 25prozentigen Entladezustand zu bringen, wird sie — bei abgestelltem Generator — während etwa 16 Fahrten auf den Fährmotor entladen. Ein 2 kW-Generator mit 110 V Spannung liefert den Strom für Erregung und Licht. Zum Heben der Ladebrücke und für sonstige Hilfsgeräte sind kleine Sondermotoren vorhanden. Durch den geschilderten Antrieb sind die Betriebskosten auf weniger als ¼ der Ausgaben für Dampftrieb gesenkt worden, und die Fahrgeschwindigkeit ist eine größere. Das Fährboot vermag stündlich 12 Fahrten auszuführen; es ist täglich 18 Std. in Betrieb.

In dem Aufsatz wird hervorgehoben, daß es sich um eine neue Anwendung von Sammlern handle. Für England mag dies zutreffen, für Deutschland ist dieser Antrieb nicht neu. So war z. B. eine Fähre in Deutschland in Vegesak mit diesem sogenannten „Zweikraftantrieb“ ausgerüstet. Auch in der Binnenschifffahrt und in Schienenfahrzeugen wurde diese Antriebsart verschiedentlich angewendet. [Electr. Vehicl. 21 (1937) S. 140; 2 S., 1 Abb.] Rgr.

621. 316. 26 : 621. 331 (44) Die Unterwerke der elektrifizierten Strecke Paris—Le Mans. — Die Hochspannungsteile der 13 Unterwerke einschl. der Transformatoren sind im Freien aufgestellt. Die meisten Unterwerke haben zwei gittergesteuerte Eisengleichrichter von je 2000 kW Leistung, die mit 6 Graphitanoden ausgerüstet sind. Zwei Unterwerke in der Nähe von Paris haben je drei 12anodige Gleichrichter von je 2750 kW Leistung. Durch die Gittersteuerung wird ein Spannungsverlauf über der Last ähnlich dem bei compoundierten oder übercompoundierten Generatoren erzielt und der Spannungsanstieg bei Leerlauf verhindert. Außerdem wird bei Zuschalten eines Gleichrichters, was selbsttätig bei Absinken der Spannung durch Annäherung eines Zuges geschieht, ein allmählicher Spannungsanstieg ermöglicht. Die negative Gittervorspannung ergibt ferner einen guten Schutz bei gleichstromseitigen Kurzschlüssen. Bei der einen der für die Gittervorspannung verwendeten Steuerungen wird die Wechselspannung an einer Induktionsspule mit Eisenkern als Gitterspannung verwendet und durch Änderung der Eisensättigung geregelt. Die Spule hat hierzu eine besondere Gleichstromwicklung, die in dem Stromkreis zweier gegeneinander geschalteter gemeinsam angetriebener Gleichstromgeneratoren liegt. Die Erregung eines dieser Generatoren wird in Abhängigkeit von den erwähnten Vorgängen gesteuert und damit die Gitterspannung geändert. Bei der anderen Steuerart wird die verschieden starke Sättigung der Eisendrossel durch den Hauptgleichrichterstrom selbst in Verbindung mit einem gleichgerichteten und veränderlichen Wechselstrom erzielt. Alle Schaltungen an Unterwerken und Fahrleitungen können von einer Zentralstelle in Paris aus vorgenommen werden¹⁾. Für die selbsttätige Streckenblockierung mit Lichtsignalen enthält jedes Unterwerk einen Transformator 200/3000 V. Ferner ist ein Umformersatz bestehend aus Synchronmotor, Gleichstromgenerator zum Laden der Batterie und Erregergenerator vorhanden. Über eine gewöhnlich stromlose Magnetkupplung kann dieser Umformer mit einem Dieselmotor gekuppelt werden. Bleibt der Drehstrom von 200 V aus, so wird der Synchronmotor vom Netz abgeschaltet, die Kupplung erregt und durch das auf der Umformerwelle sitzende Schwungrad der Dieselmotor angeworfen. Er treibt dann den Umformersatz, und der Synchronmotor liefert als Generator die Energie für die Streckenblockierungs- und Signaleinrichtungen. Der beschriebene Schaltvorgang dauert weniger als 5 s. [Garreau u. Vinson, Electricité 21 (1937) S. 387; 11 S., 15 Abb.] *Dit.*

621. 398 : 621. 331 (44) Die Fernsteueranlagen der Strecke Paris—Le Mans der französischen Staatsbahnen. — Für die Stromversorgung der in den Jahren 1935 bis 1937 auf elektrischen Betrieb umgestellten Strecke Paris—Le Mans²⁾ der französischen Staatsbahnen wurden 13 Gleichrichter-Unterwerke³⁾ und 13 Kuppelstellen an der etwa 211 km langen Strecke errichtet. Diese Unterwerke werden auf der Hochspannungsseite mit Drehstrom 60 kV bzw. 90 kV versorgt und speisen das Fahrleitungsnetz mit 1500 V Gleichstrom. Sämtliche 26 Stromversorgungsanlagen werden mit Hilfe von Fernsteuer- und Fernmeßeinrichtungen von einer gemeinsamen Warte in Paris aus fernbedient und fernüberwacht. Es sind insgesamt etwa 500 Schalter und Relais fernzusteuern und fernzumelden und außerdem etwa 200 Stellungs- und Betriebsmeldungen aus den einzelnen Werken zur Überwachungsstelle über maximal 211 km zu übertragen. Für die Fernsteuerung und die Schalterstellungsfernmeldung wird das Wählverfahren verwendet, welches für sämtliche Fernsteuer- und Fernmeldevorgänge zwischen jeder Station und der gemeinsamen Überwachungsstelle nur einen einzigen Übertragungskanal — im vorliegenden Falle zwei Leitungen von 1,4 mm Dmr. Cu eines Hilfskabels — erfordert. Durch die Fernmeßanlage wird in der Hauptbefehlsstelle laufend die von den einzelnen Unterwerken an die Fahrleitung abgegebene Gleichstromenergie angezeigt und außerdem selbsttätig die Summe der von den 13 Unterwerken insgesamt an das Fahrleitungsnetz gelieferten Gleichstromenergie gebildet. In Verbindung mit der Übertragung der Leistungswerte arbeiten schreibende Mittelwertgeräte, welche sowohl für jedes Werk einzeln als auch für die Leistungssumme sämtlicher Werke die Mittelwerte der im Zeitraum von 5 min abgegebenen Leistungen aufzeichnen. Als Fernmeßverfahren wurde das Impulskompensationsverfahren angewendet.

Da bei gewissen Betriebszuständen auf den speisenden Hochspannungsleitungen induktive Beeinflussungen der für die

Fernsteuer- und Fernmeßvorgänge verwendeten Leitungen des Hilfskabels zu erwarten sind, mußten besondere Vorkehrungen getroffen werden, um die induzierte Spannung von den angeschlossenen Apparaten fernzuhalten. Die Fernsteuertafel in der Überwachungsstelle ist aus 27 Einzelfeldern aufgebaut. Die im Halbkreis aufgestellte Tafel besitzt eine Gesamtlänge von etwa 23 m. Als Steuer- und Signalgeräte werden Steuerquittungsschalter und Meldeschalter verwendet. Diese Bedienungsschalter sind in ein aus farbigen Metalleisten bestehendes Blindschaltbild eingebaut. Sämtliche Fernwirkeinrichtungen für die Unterwerke und die Netzwerke wurden von der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin, geliefert. *f.*

Theoretische Elektrotechnik.

537. 12 : 538. 51 Feldvektoren und Elektronentheorie. — Es ist häufig die Meinung ausgesprochen worden, daß die Auffassung, wonach in das System der Maxwell'schen Gleichungen eine mit Dimension behaftete Konstante μ_0 oder ϵ_0 einzuführen ist, auf veralteten Vorstellungen beruhe und mit der Elektronentheorie nicht vereinbar sei. W. Amrein zeigt, daß man in der Tat vom Standpunkt der Elektronentheorie aus nur einen elektrischen und einen magnetischen Feldvektor braucht, die elektrische Feldstärke $\mathcal{E}$ und die magnetische Induktion $\mathcal{H}$. Mit der Frage der Zufügung von μ_0 oder ϵ_0 hat diese Auffassung jedoch überhaupt nichts zu tun. Es steht zweifellos frei, eine „elektrische Verschiebung“ $\mathcal{D}$ und eine „magnetische Feldstärke“ $\mathcal{S}$ zu definieren; diese beiden Vektoren sind praktisch sehr wichtig, aber im Lichte der Elektronentheorie nur Rechengrößen. Die Definition der magnetischen Feldstärke durch Kraftwirkungen auf magnetische Pole ist ein „wertloser“ und „schädlicher Formalismus“. Aus der Arbeit geht hervor, daß die Festsetzungen z. B. der IEC und des AEF mit der Elektronentheorie in völliger Übereinstimmung stehen. [W. Amrein, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 28 (1937) S. 486; 3 S., 2 Abb.] *J. W.*

621. 313. 12. 015. 33 Ein 2000 kV-Stoßgenerator. — Der aus einer älteren Anlage¹⁾ für 1000 kV hervorgegangene Generator besitzt 12 Stufen und ist nach der von E. Marx angegebenen Schaltung gebaut. Er liefert maximal eine Spannung von 2000 kV bei einer Entladekapazität von 0,01 μF . Die Entladeenergie ist 20 000 J, verglichen mit 1100 J der früheren Anlage. Die räumliche Anordnung der drei wichtigen Bauelemente (Ölpapier-Kondensatoren, Widerstände und Funkenstrecken) in vier Säulen ist durch die als Stützer ausgebildeten Kondensatoren von je 0,06 μF Kapazität bestimmt, so daß die Funkenstrecken senkrecht übereinander liegen. Dadurch ist die gleichzeitige Verstellung aller Funkenstrecken sehr erleichtert. Die induktionslosen, drahtgewickelten Widerstände haben einen Widerstand von je 9000 Ω und werden als Diagonalstreben des säulenförmigen Stoßgenerators benutzt. Die Kugeln der Funkenstrecken sind aus C-Metall gedrückt. Der Ladekreis, eine Villardschaltung²⁾, besteht aus einem 100 kV Speisetransformator, 2 Heiztransformatoren, einem Kondensator von 0,015 μF , 2 Gleichrichterrohren und den erforderlichen Bedienungseinrichtungen.

Der Stoßgenerator hat eine Grundbelastung von 275 pF, so daß kleinere Veränderungen der Kapazität der Anlage und der Prüflinge keinen Einfluß auf die Wellenform haben können. Diese Belastung dient zugleich als Spannungsteiler für den Anschluß des Kathodenstrahloszillographen. Die Ansprechfunkenstrecke wird ferngesteuert und ferneingestellt. Die Erdung erfolgt über einen elektrisch betätigten Schalter. Der Generator ist weiter umschaltbar auf halbe Stufenzahl mit je doppelter Kapazität, so daß die wirksame Kapazität vervierfacht wird. [F. S. Edwards u. G. J. Scoles, Engineering 144 (1937) S. 222; 2 S., 4 Abb.] *Brk.*

¹⁾ Engineering 129 (1930) S. 312
²⁾ ETZ 52 (1931) S. 859.

AUS LETZTER ZEIT.

Forschungsstelle für Elektrowärme. — An der Deutschen Technischen Hochschule in Prag wurde mit namhafter finanzieller Unterstützung des Deutschen Verbandes der Elektrizitätswerke eine Forschungsstelle für Elektrowärme gegründet, die Herrn Prof. Dr. Niethammer VDE unterstellt wurde. *G. W. M.*

¹⁾ S. den nachstehenden Bericht.
²⁾ S. ETZ 58 (1937) S. 1297.
³⁾ S. vorstehenden Bericht.

FÜR DEN JUNGINGENIEUR.

Die Auswahl von Drehstrommotoren für Industrieantriebe unter besonderer Berücksichtigung des Kurzschlußläufermotors.

Von W. Schlotmann VDE, Berlin.

Übersicht. Ausgehend von den verschiedenen Bedingungen, die mit Rücksicht auf Arbeitsmaschine, Arbeitsvorgang, Betriebsart und Aufstellungsort erfüllt werden müssen, wird die weitgehende Anpassungsfähigkeit des Kurzschlußläufermotors erläutert und auf die wichtigsten Gesichtspunkte für die Auswahl hingewiesen*).

Als Grundlage für die Auswahl eines Elektromotors dienen

1. die Kenntnis des Elektromotors, seiner Eigenschaften und Ausführungsformen,
2. die Kenntnis der Arbeitsmaschine, des Arbeitsvorganges und der sonstigen Betriebsbedingungen,
3. die Kenntnis der Stromerzeugeranlage und der Rückwirkungen des Antriebsmotors auf diese.

Die Ausführungsformen und Betriebseigenschaften des Käfigläufermotors werden als bekannt vorausgesetzt¹⁾. Die Rückwirkung des Elektromotors auf die Stromerzeugeranlage steht andererseits bei neuzeitlichen Industrieantrieben nicht im Vordergrund, da in weitaus den meisten Fällen das Verhältnis der Anschlußleistung zur Anlagenleistung entsprechend klein ist. Die nachstehenden Ausführungen sollen daher vorwiegend darlegen, wie sich der Käfigläufermotor den Forderungen der Arbeitsmaschine, des Arbeitsvorganges und des Betriebes anpassen läßt.

Wirtschaftlichkeit.

Zunächst muß bei der Auswahl des Antriebsorganes stets die Wirtschaftlichkeit der Anlage beachtet werden. Es kann hierbei aber nicht immer der Motor mit bestem Wirkungsgrad als der zweckmäßigste angesehen werden. Wenn dies auch für die meisten Antriebe zutrifft, so sind oft andere Gesichtspunkte maßgebend, die vielfach mit der Technologie des Arbeitsvorganges eng verknüpft sind. Einige Beispiele sollen dies erläutern: Der Regelmotor kann trotz schlechterem Wirkungsgrad dem Käfigläufermotor mit einer Drehzahl weit überlegen sein, weil er durch Steigerung der Arbeitsgeschwindigkeit eine wesentliche Erhöhung der Erzeugung mit sich bringt. Der zu stark bemessene Motor wird bei noch so gutem Wirkungsgrad unwirtschaftlich sein, weil er mit einem schlechteren Teillastwirkungsgrad arbeitet; der Gruppenantrieb, der eine Reihe von Arbeitsmaschinen z. B. über eine Transmission antreibt, wird dem Einzelantrieb daher unterlegen sein, wenn nur ein Teil der Arbeitsmaschinen in Betrieb ist. Die Kosten für Wartung, Schmierung, Reserveantrieb, ferner die Betriebssicherheit u. a. m. sind gleichzeitig in die Wirtschaftlichkeitsrechnung einzusetzen. Die Beispiele lassen erkennen, daß nur eingehendes Studium des gesamten Arbeitsvorganges zur zweckmäßigen Lösung führen kann. Die jahrzehntelangen Erfahrungen der Elektroindustrie und des Maschinenbaus geben dem planenden Ingenieur hierfür wertvolle Unterlagen in die Hand. Umfangreiche Messungen, in zäher Kleinarbeit zusammengetragen, ergeben einwandfreie Unterlagen für den Leistungsbedarf, die Drehzahl, den Drehmomentenverlauf, die Antriebsart usw. der verschiedensten Arbeitsmaschinen.

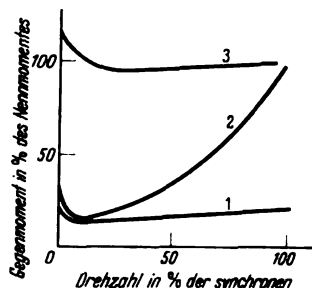
* Nach einem Vortrag vor den Jungingenieuren des VDE-Bezirks Berlin-Brandenburg am 19. 11. 1937 (Arbeitsgemeinschaft Industrieanlagen).
¹⁾ Vgl. Brockhaus: „Kurzschlußläuferausführungen und ihre Kennlinien“ Seite 53 dieses Heftes.

Für weitaus die meisten Antriebe bestehen daher kaum Schwierigkeiten hinsichtlich der Auswahl des Elektromotors.

Der Anlaufvorgang.

Von besonderem Interesse für den Antrieb ist der Anlaufvorgang, der insbesondere beim Käfigläufermotor für die Bemessung des Motors von ausschlaggebender Bedeutung ist.

Der Leichtanlauf, zu dem der Leeranlauf (Drehbänke, Hobelbänke, Pressen, Stanzen usw.) sowie der Lastanlauf mit steigendem Drehmoment (Zentrifugallüfter und -pumpe) gehören (Abb. 1), umfaßt mit schätzungsweise



1. Leeranlauf
2. quadratisches Moment, Lastanlauf
3. gleichbleibendes Moment, Lastanlauf

Abb. 1. Gegenmomente von Arbeitsmaschinen beim Anlauf.

85 % den Hauptanteil aller Industrieantriebe. Der Vollstanlauf im allgemeinen gegen konstantes Drehmoment (Transportbänder, Becherwerke u. a. m.) ist mit vielleicht 10 % und schließlich der Schweranlauf (Brecherantriebe, Mühlenantriebe) mit etwa 5 % beteiligt. Zu beachten ist für alle Antriebe das erhöhte Moment im Anfahrpunkt, hervorgerufen durch die Reibung der Ruhe.

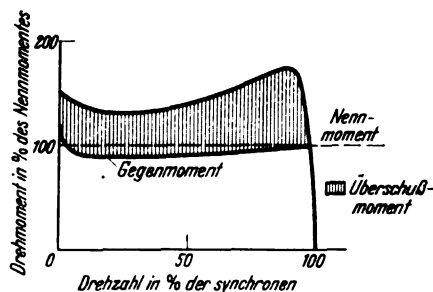


Abb. 2. Anlauf eines Hochstahlaufläufers (Wirbelstromläufer) für direkte Einschaltung gegen Vollastmoment.

Für den Antriebsmotor ergibt sich nun die Forderung, daß sein Drehmoment während der Dauer des Hochlaufs stets über dem Drehmoment der Arbeitsmaschine liegt (Abb. 2). Der Anlauf ist beendet, wenn Motormoment und Gegenmoment einander gleich sind. Der Unterschied zwischen dem Moment des Motors und der Arbeitsmaschine wird als Überschußmoment bezeichnet und steht zur Beschleunigung des Antriebes zur Verfügung. Aus dem Überschußmoment läßt sich die Anlaufzeit bei gegebenem Schwungmoment und gegebener Drehzahl ermitteln. Sowohl für Leicht- als auch für Vollstanlauf ergibt sich eine gute Anpassung der normalen Motorkenn-

linie an das Gegenmoment, womit ein ordnungsgemäßer Anlauf sichergestellt ist.

Für den Leichtanlauf wird vielfach der Stern-Dreieck-Schalter gefordert, einmal wegen seiner Eigenschaft, den Anlaufstrom herabzusetzen, und ferner wegen des geringeren Überschußmomentes zur Erzielung eines besonders sanften Anlaufes (Abb. 3). Die Herabsetzung des Einschaltstromes spielt aber, wie schon gesagt, für die meisten Industrieantriebe nur selten eine ausschlaggebende Rolle. Der Sanftanlauf wird vielfach überschätzt. Infolge der Forderung nach äußerster Einfachheit des Antriebes soll daher selbst der altbewährte Stern-Dreieck-Schalter fortgelassen werden, wenn die Betriebsverhältnisse ihn nicht erfordern.

Betrachten wir den Sanftanlauf näher, so muß zunächst festgestellt werden, daß nicht die Größe des Überschußmomentes für Arbeitsmaschine bzw. Arbeitsgut gefährlich ist, sondern vorwiegend die Möglichkeit einer stoßweisen Entladung der kinetischen Energie. Eine solche Entladung kann aber nur dann zur Auswirkung kommen, wenn zwischen der zu beschleunigenden Masse und dem Antriebselement ein Spiel vorhanden ist, z. B. bei der Zwischenschaltung von Zahnradübersetzungen u. ä. Dieses Spiel bewirkt, daß der Motor zum eigentlichen Arbeitsvorgang erst zum Eingriff kommt, wenn er bereits eine entsprechende Umdrehungszahl angenommen hat. Da ein leerlaufender Motor u. U. nach nicht ganz einer Umdrehung auf Vollastdrehzahl gekommen ist, so kann ein solcher Fall z. B. bei größeren Zahnradübersetzungen auftreten. Die Schwungmasse des Motorläufers entlädt sich dann auf die Getriebeteile und kann zu vorzeitigem Verschleiß oder in besonders ungünstigen Fällen zur Zerstörung des Getriebes führen. Bei der heute üblichen Genauigkeit in der Bearbeitung von Zahnradgetrieben sind aber kaum Schwierigkeiten dieser Art bekannt geworden. Das neuzeitliche Getriebe kommt vielmehr der unmittelbaren Kupplung gleich, bei welcher das Spiel zwischen Antrieb und Arbeitsmaschine fortfällt. Ungünstig liegen aber die Verhältnisse z. B. beim Einholen eines Wagens durch einen Haspelantrieb. Im Einschaltmoment ist das Seil locker, beim Straffen kann die Wucht des Motorankers einerseits und die Trägheit der Haspel andererseits zum Zerreißen des Seiles führen. Bemerkenswert ist in dieser Hinsicht auch die Pumpe, bei der die geförderte Flüssigkeitsmenge während des Anlaufens zu unangenehmen Stoßwirkungen Anlaß geben kann. Zur Behebung der geschilderten Schwierigkeiten kann der Stern-Dreieck-Schalter dienen. Besser ist es aber, durch einen einphasigen Widerstand in der Zuleitung das Motormoment dem Gegenmoment weitgehend anzupassen, wobei aber auf die Herabsetzung des Einschaltstromes verzichtet wird. Besondere Erwähnung verdient in diesem Zusammenhang die Entwicklung eines Sondermotors, des sogenannten Pumpendoppelstabläufers, der gerade mit Rücksicht auf den sanften Anlauf der Pumpen mit einem Anzugsmoment von etwa 80 % des Nennmomentes bei unmittelbarer Einschaltung berechnet wird. Die weitgehende Vereinfachung des Antriebes hinsichtlich des Anlassens findet hier besonders deutlich ihren Ausdruck. Der Pumpenmotor hat zudem einen niedrigen Einschaltstrom, der u. U. unter dem dreifachen Nennstrom liegt. Daher wird er auch für andere Leichtantriebe, z. B. Lüfter usw., gern verwendet, wenn eine Aufstellung in

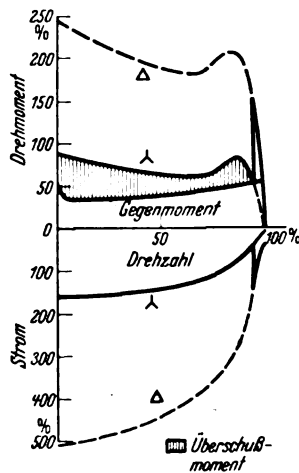


Abb. 3. Anlauf eines Käftgläufers mit Stern-Dreieck-Anlasser gegen kleines Gegenmoment.

schwachen Netzen notwendig wird. Trotzdem stellt die Elektroindustrie diesen Motor nicht so sehr in den Vordergrund, weil er wie alle Kurzschlußläufermotoren mit niedrigem Einschaltstrom eine Verschlechterung der Betriebswerte mit sich bringt.

Für den Schweranlauf endlich steht ein Sonderdoppelstabläufer zur Verfügung mit einem hohen Anzugsmoment von etwa 250 % des Nennmomentes. Für diese Antriebe wird nur die unmittelbare Einschaltung angewendet.

Die Schalthäufigkeit.

Neben der technologischen Auswirkung des Anlaufvorganges verdient die Schalthäufigkeit sowie der Einfluß der Belastung und der Schwungmasse auf diese für die Bemessung und Auswahl des Motors eine besondere Rolle. Jeder Einschaltvorgang bringt eine entsprechende Erwärmung des Motors mit sich. Die Grenztemperatur, die der Motor nach einer bestimmten Zahl von Schaltungen erreicht, ist durch die VDE-Vorschriften festgelegt²⁾.

Die Erwärmung ist nun durch die Verluste der Maschine gegeben. Die Untersuchung dieser Verluste während eines Anlaufvorganges bei reinem Beschleunigungsbetrieb ergibt folgendes Bild: Die Läuferverluste sind vollständig unabhängig von Widerstand, Anlaufzeit, Drehmomentverlauf usw., sondern lediglich gegeben durch das Schwungmoment des Antriebes und die Drehzahl, auf welche die Schwungmasse vom Stillstand aus gebracht werden soll. Bei einem gegebenen Antrieb lassen sich demnach die Läuferverluste nicht beeinflussen. Demgegenüber sind aber die Ständerverluste beim Anlauf je nach der Auslegung des Motors verschieden. Sie sind zwar auch abhängig vom Schwungmoment und von der Drehzahl, aber gleichzeitig werden sie mitbestimmt durch das Verhältnis des Ständerwiderstandes zum Läuferwiderstand (R_1/R_2). Je kleiner dieser Wert ist, desto geringer sind auch die Verluste. Durch die Wahl eines großen Läuferwiderstandes einerseits und eines kleinen Ständerwiderstandes andererseits lassen sich demnach die Anlaufverluste bis zu einem gewissen Grade verringern. Es muß hierbei aber beachtet werden, daß die Vergrößerung des Läuferwiderstandes im Normalbetrieb erhöhte Verluste mit sich bringt. Für Antriebe also, bei denen neben einer großen Schalthäufigkeit auch die Laufverluste beachtet werden müssen, wird man dieser Tatsache Rechnung tragen. Der Doppelstabläufer bringt die gewünschten Vorteile. Im Hebezeugbetrieb findet man aus diesem Grunde vorwiegend den Doppelstabläufer vertreten.

Besondere Beachtung findet mit Rücksicht auf die Anlaufverluste die Umkehr der Drehrichtung. Nehmen wir zur Betrachtung der Einfachheit wegen an, daß bei reinem Beschleunigungsbetrieb (Gegenmoment gleich 0) das Drehmoment des Motors während des Hochlaufs konstant ist, so daß die Drehmoment-Drehzahlkennlinie durch eine Rechteckkurve dargestellt ist (Abb. 4). Die Verluste im Läufer sind dann dem Schlupf verhältnismäßig und durch eine Gerade darzustellen, die im Synchronismus (Schlupf 0) durch 0 geht (Abb. 5). Die eingeschlossene schraffierte Dreiecksfläche ist dann ein Maß für die Verlustenergie in Watt-Sekunden beim Anlauf, da bei konstantem Drehmoment gleichen Drehzahländerungen während des Hochlaufens auch jeweils gleiche Zeitabschnitte entsprechen. Wird nun nach erfolgtem Hochlauf plötzlich der Motor für umgekehrte Drehrichtung an das Netz gelegt, dann steigen die Läuferverluste auf einen dem Schlupfwert 2 entsprechenden Wert (Abb. 5) und

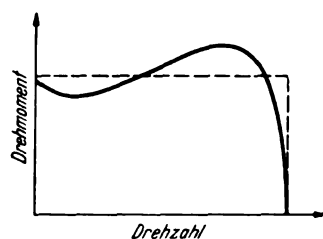


Abb. 4. Drehmoment eines Käftgläufers bei direkter Einschaltung.

²⁾ Siehe Fußnote 4.

fallen wieder bis zur Erreichung der gegenläufigen Drehzahl geradlinig ab. Die Verlustenergie beim Umkehrbetrieb wird damit den vierfachen Wert gegenüber dem einfachen Anlaufvorgang annehmen. Die zulässige Schalthäufigkeit muß damit auf ein Viertel der ursprünglichen zurückgehen.

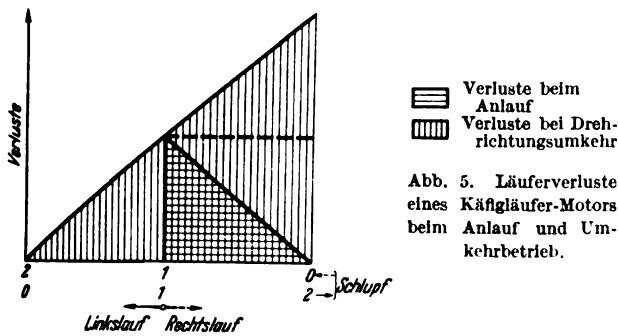


Abb. 5. Läuferverluste eines Käfigläufer-Motors beim Anlauf und Umkehrbetrieb.

Mit der Zahl der stündlichen Einschaltungen steigt nun die Erwärmung des Motors verhältnismäßig. Dem leerlaufenden Motor kann mit Rücksicht auf die zulässige Grenzerwärmung daher eine bestimmte Schalthäufigkeit zugestanden werden. Soll der Motor aber außer der Beschleunigungsarbeit noch ein Lastmoment überwinden, so ist die Schalthäufigkeit herabzusetzen, und zwar in dem Maße wie das Belastungsmoment an der Erwärmung des Motors beteiligt ist. Ausgehend von einer bestimmten Motortype ergibt sich also mit steigender Schalthäufigkeit eine Verringerung der Motornennleistung (Abb. 6). Die

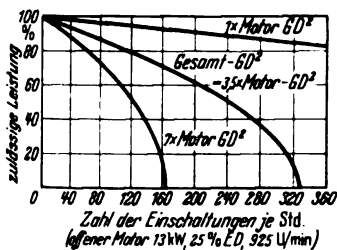


Abb. 6. Zulässige Leistung eines Doppelstabiläufers für größere Schalthäufigkeit bei verschiedenen Schwungmomenten (GD^2).

Kurve, nach der die Leistung herabzusetzen ist, verläuft zunächst flach und fällt dann stark ab infolge des quadratischen Verlaufes der Verluste mit steigendem Strom. Die erforderliche Leistungsherabsetzung ist dabei in hohem Maße auch von dem Schwungmoment des Antriebes abhängig, weil dieses die Anlaufferwärmung im wesentlichen bestimmt. Gehen wir wieder von einer bestimmten Motortype aus, so wird der Motor mit einer zusätzlichen

Schwungmasse entsprechend dem Läufer-schwungmoment die doppelte Anlaufzeit benötigen gegenüber dem Motor ohne fremde Schwungmasse. Damit kann nur mit der Hälfte der Schalthäufigkeit gerechnet werden. Abb. 7 zeigt den grundsätzlichen Zusammenhang. Es ist demnach wichtig, bei großen Schalthäufigkeiten auf kleine Schwungmomente des Antriebes zu achten, um zu einer wirtschaftlichen Antriebslösung zu kommen.

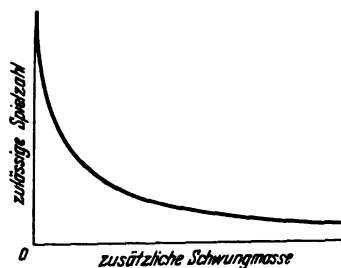


Abb. 7. Einfluß der zusätzlichen Schwungmasse auf die Schalthäufigkeit.

Betriebsarten: Dauer-, Kurzzeit- und Aussetzbetrieb³⁾.

Die bisher geschilderten Grundlagen gestatten nun eine nähere Betrachtung der verschiedenen Betriebsarten

von Elektromotoren. Man unterscheidet den Dauerbetrieb, den Kurzzeitbetrieb und den Aussetzbetrieb. Die Betriebsarten sind gekennzeichnet durch den Verlauf der Erwärmung. Die Erwärmung eines Motors erfolgt nach einer Kurve, die durch eine Exponentialfunktion festgelegt ist (Abb. 8).

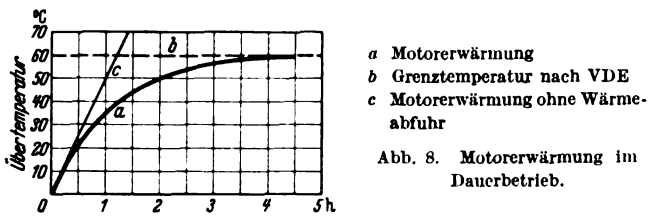
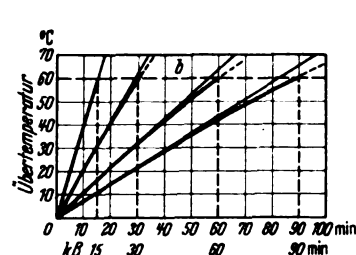


Abb. 8. Motorerwärmung im Dauerbetrieb.

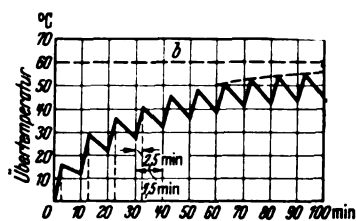
Beim Dauerbetrieb wird nun die vom VDE festgelegte Höchsttemperatur nach einer bestimmten Zeit (mehrere Stunden) erreicht. Eine weitere Erwärmung des Motors findet nicht mehr statt, weil eine der Verlustenergie entsprechende Wärme durch Lüftung und zu einem geringen Teil auch durch Strahlung abgeführt wird. Würde die Wärmeabfuhr unterbunden, so müßte die Erwärmungskurve geradlinig verlaufen entsprechend einer Tangente im Ursprung der Kurve. Das ließe sich praktisch an einem Motor, den man in Watte packt, nachweisen. Durch die Abweichungen der Geraden von der Kurve ist die Bedeutung der Wärmeabfuhr des Motors gekennzeichnet.

Der Kurzzeitbetrieb gestattet die Erreichung der Höchsttemperatur nach einer bestimmten, wesentlich



b Grenzt Temperatur nach VDE

Abb. 9. Motorerwärmung im Kurzzeitbetrieb.



b Grenzt Temperatur nach VDE

Abb. 10. Motorerwärmung im Aussetzbetrieb.

finden sich in der Praxis äußerst selten (Wehrantriebe, Antriebe von Schleusen u. a. m.).

Für weitaus die meisten Antriebe wird nach einem bestimmten Arbeitsspiel gearbeitet, das nach Abschalten des Motors eine Abkühlung auf die Umgebungstemperatur bis zur nächsten Schaltung nicht zuläßt. Diese Arbeitsweise bezeichnet man als Aussetzbetrieb. Die Höchsttemperatur wird nach einer bestimmten Spielfolge erreicht. Aussetzbetriebe sind z. B. Hebezeug- und Aufzugmotoren, Baggerantriebe, Schiebebühnen, Drehscheiben, Spillantriebe, Hüttenwerkshilfsantriebe u. a. m. Wie die Erwärmungskurve (Abb. 10) zeigt, hat der Aussetzbetrieb mit dem Dauerbetrieb das eine gemeinsam, daß die Beharrungstemperatur erst nach einer längeren, nicht fest-

³⁾ Vgl. auch Gewecke: „Kurzzeitleistung oder Aussetzleistung“, Fördertechn. 25 (1932) H. 25/26, S. 289.

gelegten Zeit erreicht wird. Daher steht auch für den Aussetzbetrieb nicht die Wärmespeicherfähigkeit, sondern die Wärmeabgabefähigkeit im Vordergrund. Ein Vergleich mit Motoren für Kurzzeitbetrieb ist daher absolut unzulässig. Das trifft auch für eine kleine Einschaltdauer von 15 % bzw. 25 % ED zu. Eine nähere Untersuchung über den Wert der Oberflächenkühlung bei einer geschlossenen Maschine soll dieses zeigen. Die abführbaren Verluste in Abhängigkeit von der Drehzahl für eine oberflächengekühlte Maschine zeigt z. B. Abb. 11. Die Hälfte

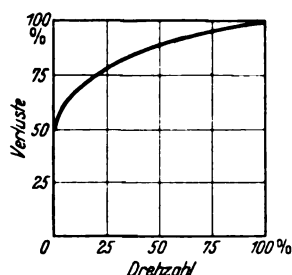


Abb. 11. Abführbare Verluste bei Motoren mit Oberflächenkühlung.

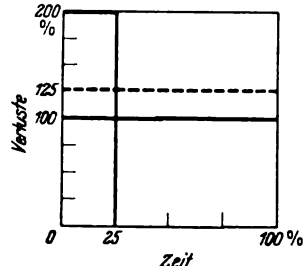


Abb. 12. Verlustabfuhr bei Motoren mit Oberflächenkühlung (25 % ED).

der Verluste wird demnach durch die Lüftung des Motors bei voller Drehzahl abgeführt. Bei einer Einschaltdauer von 25 % ED bedeutet das, daß während 25 % der Laufzeit doppelt soviel Verluste abgeführt werden wie in der übrigen Zeit, wo der Motor stillsteht (Abb. 12). Auf die Gesamtzeit verteilt ergibt sich dann also eine um 25 % günstigere Wärmeabfuhr durch die Lüftung. Ebenso ergibt sich dann bei 15 % ED eine Verbesserung der Wärmeabfuhr um 15 %. Die Bedeutung der Lüftung bei Aussetzbetrieb geht hieraus einwandfrei hervor.

Sonderantriebe.

Es gibt nun eine Reihe von Antrieben, deren Betriebsweise als eine Abart des Aussetzbetriebes angesehen werden muß. Wir wollen aus diesem umfangreichen Gebiet nur zwei Sonderantriebe betrachten.

Der Zentrifugenantrieb, verwendet in der Zuckerindustrie, der chemischen Industrie, der Textilindustrie usw., ist dadurch gekennzeichnet, daß die Hochlaufzeit und Bremszeit infolge des hohen Schwungmomentes fast ausschließlich für die Bemessung und Auswahl des Motors maßgebend sind. Die Forderung seitens des Motors geht dahin, möglichst lange Anlauf- und Bremszeiten zu erhalten, um die Wärmeabfuhr günstig zu gestalten und das Motormodell klein zu wählen. Die Arbeitsmaschine verlangt demgegenüber möglichst kurze Anlauf- und Bremszeiten, um lange Schleuderzeiten und eine große Spielzahl zu erhalten. Dem hohen Belastungsmoment in der Beschleunigungs- und Verzögerungszeit steht praktischer Leerlauf während der Schleuderzeit gegenüber. Aus dem stark wechselnden Lastmoment ergibt sich eine entsprechende Bemessung des Motors, wobei die Auswahl nach Gesichtspunkten des Aussetzbetriebes erfolgen kann. Meist wird aber eine genaue Nachrechnung hinsichtlich der Erwärmung erst zum Ziel führen. Von größter Bedeutung ist es jedenfalls, die Anlauf- und Bremsverluste klein zu halten. Zu diesem Zweck wird der Läuferwiderstand groß und der Ständerwiderstand klein gehalten, um die Ständerverluste auf einen kleinstwert zu bringen. Die Läuferverluste liegen bekanntlich mit dem Schwungmoment und der Drehzahl fest. Da der Zentrifugenantrieb einen ausgesprochenen Vollastbetrieb nicht kennt und die Verluste bei oberster Drehzahl daher nur von untergeordneter Bedeutung sind, wird man im Gegensatz zum Hebezeugbetrieb den einfacheren Einstabläufer wählen. Eine Fremdbelüftung ist mit Rücksicht auf die starke Überbeanspruchung des Motors beim Hochlauf und Bremsen vielfach zu empfehlen.

Ähnliche Gesichtspunkte wie hier sind auch für den Antriebsmotor von Stanzen, Pressen und Scheren zu beachten. Der Motor läuft allerdings praktisch durch, so daß Anlauf- und Bremszeit wegfallen. Die Belastungsspitzen treten während des eigentlichen Arbeitsvorganges auf. Die Arbeitsmaschine erhält in der Regel ein Schwungrad, das die Laststöße auffängt und damit die Stromspitzen dämpft und die Getriebeteile zwischen Schwungrad und Motor schont. Diese Vorteile werden verstärkt, wenn man die Motorkennlinie weich macht, d. h. dem Motor eine nachgiebige Drehzahl bei Laststößen verleiht, wobei u. U. die Schwungmasse verkleinert werden kann. Eine nachgiebige Drehzahl erhält man, wenn man den Läuferwiderstand groß wählt. Die Drehzahlschwankungen bedingen nun einen immer wiederkehrenden Beschleunigungs- und Verzögerungsbetrieb. Ein großer Läuferwiderstand wird dabei in Verbindung mit kleinem Ständerwiderstand wieder eine Verringerung der Verluste mit sich bringen, wodurch der Gesamtwirkungsgrad der Anlage eine Verbesserung erfährt. Da auch der hier beschriebene Antrieb den eigentlichen Vollastbetrieb nicht kennt, wird man den einfachen Einstabläufer dem Doppelstabläufer vorziehen.

Örtliche und betriebliche Bedingungen.

Bisher wurden ausschließlich die wirtschaftlichen und technologischen Gesichtspunkte für die Auswahl des Elektromotors behandelt. Darüber hinaus sind aber noch

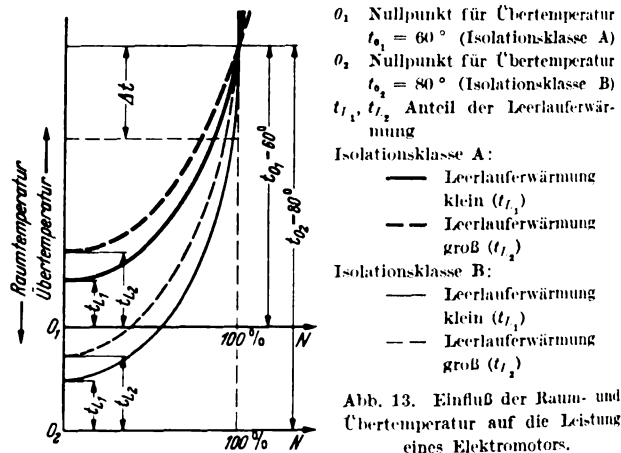


Abb. 13. Einfluß der Raum- und Übertemperatur auf die Leistung eines Elektromotors.

eine Reihe von Forderungen zu beachten, die sich aus den örtlichen und betrieblichen Bedürfnissen heraus ergeben. Eine der häufigsten Fragen, die in dieser Hinsicht zu beantworten ist, ist die Leistungsbestimmung des Elektromotors bei Verwendung in einem Raum mit erhöhter Temperatur oder, was praktisch das gleiche ist, bei geänderten Übertemperaturbedingungen, die insbesondere bei Auslandslieferungen vielfach zu berücksichtigen sind. Als Grundlage für die Beurteilung dienen die vom VDE nach REM festgelegten Grenzerwärmungen eines Elektromotors⁴⁾. Bei einer Raumtemperatur von 35° wird danach für die Isolationsklasse A eine Übertemperatur von 60° und für die Isolationsklasse B eine Übertemperatur von 80° zugelassen. Darüber hinaus wird von verschiedenen Elektromotoren-Herstellern eine Übertemperatur von 120° gewährleistet. Durch diese Bedingungen sind die für den Motor zulässigen Grenztemperaturen festgelegt. Die Übertemperatur entspricht der im Elektromotor erzeugten Verlustwärme. Wir unterscheiden zunächst einen Erwärmungsanteil, der dem Leerlauf entspricht (t_{l1}) (Abb. 13). Mit steigender Belastung wächst dann die Übertemperatur quadratisch an. Wir stellen fest, daß für die höhere Übertemperatur $t_{\theta 2}$ (Isolationsklasse B) ein wesentlich steilerer Verlauf der Kurve auftritt als bei der kleineren Übertemperatur $t_{\theta 1}$ (Isolationsklasse A). Bei einer Änderung der Über-

⁴⁾ VDE 0530, R.E.M. § 39.

temperatur um den Betrag Δt , bedingt z. B. durch eine ausländische Bestimmung oder auch durch eine erhöhte Raumtemperatur, die bei der festgelegten Grenztemperatur (Raumtemperatur + Übertemperatur) nur einen Teil der Übertemperatur auszunutzen gestattet, sehen wir, daß der Motor nach Isolationsklasse A viel stärker in der Leistung herabgesetzt werden muß als der Motor nach Isolationsklasse B. Für ähnliche Verhältnisse ist also ohne Frage der Motor mit hitzebeständiger Wicklung (Isolationsklasse B) wesentlich günstiger, da er zu einem wirtschaftlicheren Modell führt. Betrachten wir nun die Leerlauferwärmung (t_L), so erkennen wir, daß eine Vergrößerung derselben (t_L) einen flacheren Verlauf der Erwärmungskurve mit sich bringt. Bei Motoren kleiner Leistung ist nun der Leerlaufstrom und damit die Leerlauferwärmung groß. Das kann u. U. dazu führen, daß Motoren kleiner Leistung nicht in erhöhter Raumtemperatur zu verwenden sind, da eine Herabsetzung der Erwärmung bereits dem Leerlaufpunkt nahe kommt (Grenzfall: $t_L = t_0 - \Delta t$), womit der Motor für eine zusätzliche Belastung ungeeignet ist. Man ist daher vielfach bei kleineren Motoren gezwungen, die Verluste durch schwächere Magnetisierung herabzusetzen. Gegebenenfalls kann aber auch die Verwendung einer hitzebeständigen Wicklung zum Ziel führen.

Für den Elektromotor ist zuweilen die Forderung nach Geräuschfreiheit zu beachten. Es ist notwendig, diese Forderung den Bedürfnissen anzupassen und mit Rücksicht auf die Wirtschaftlichkeit zu weitgehende Wünsche zu vermeiden. Zur Behebung des Geräusches stehen dem Elektromotorenbau vielfältige Mittel zur Verfügung, die der Praxis vollauf genügen.

Wenn schließlich noch die Frage der rein mechanischen Anpassung gerade des Käfigläufermotors an die verschiedensten Arbeitsmaschinen erwähnt werden soll, so braucht nur auf die mannigfaltigen Schutzarten des

Motors, insbesondere auf die zahllosen An- und Einbauformen, hingewiesen zu werden, die nach DIN VDE 50 bzw. 2950 festgelegt sind. Die Bestrebungen der vergangenen Jahrzehnte haben mit der Zielsetzung, den Gruppenantrieb durch den Einzelantrieb mit seinen heute allgemein bekannten Vorzügen zu ersetzen, dazu geführt, den Antriebsmotor immer weitgehender in die Arbeitsmaschine wandern zu lassen. Der Fortfall der dazwischenliegenden Übertragungsorgane hat den Wirkungsgrad damit wesentlich verbessert. Mit dieser Entwicklung wurde der Elektromotor immer mehr ein Problem der Arbeitsmaschine und des Arbeitsvorganges und gab den Anlaß und die Möglichkeit zu einer grundlegenden Änderung der gesamten Antriebstechnik, die letzten Endes sogar zur Neuentwicklung von Arbeitsvorgängen und Arbeitsverfahren nach den Gesichtspunkten höchster Wirtschaftlichkeit führte. Gerade die Einfachheit und Anpassungsfähigkeit des Elektromotors mit Kurzschlußläufer, die über die vorstehenden Ausführungen hinaus den Gesamtantrieb, also auch Schaltung und Steuerung, erfaßt, haben dem Elektromotor den wirtschaftlichen Erfolg gesichert.

Zusammenfassung.

Drehstrom-Käfigläufermotoren gestatten unter Wahrung ihrer Vorzüge, Einfachheit, Betriebssicherheit und Wirtschaftlichkeit weitgehende Anpassung an die schwierigsten Arbeitsbedingungen. Hinsichtlich des Anlaufes werden sie auch besonderen Anforderungen, z. B. dem Sanftanlauf und dem Schweranlauf, gerecht. Sie lassen sich ferner für alle Betriebsarten, Dauerbetrieb, Kurzzeitbetrieb und Aussetzbetrieb, verwenden, wobei die Wahl der richtigen Ausführungsform und Bemessung im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit besondere Aufmerksamkeit erfordert. Die Einfachheit dieses Motors bietet besondere Vorteile bei Beachtung der vielfältigen Bedingungen des Aufstellungsortes und des Betriebes.

Kurzschlußläuferausführungen und ihre Kennlinien.

Die wesentlichsten Ausführungsarten des Kurzschlußläufers sind der Rundstabläufer, der Doppelstabläufer und der Hochstabläufer*). Sie unterscheiden sich in ihrem Verhalten vor allem beim Anlauf, jedoch weniger bei normalen Betrieb. Es soll daher zunächst auf die Betriebskennlinien des Kurzschlußläufer-Motors eingegangen werden.

Die Wirkungsweise des Mehrphasen-Asynchronmotors ist folgende: Die an das Netz angeschlossene Primärwicklung, die meist im Ständer des Motors untergebracht ist, erzeugt ein Drehfeld, welches die Käfigwicklung induziert. Die in der Wicklung erzeugten Spannungen haben Ströme zur Folge, die in Verbindung mit dem Drehfluß ein Drehmoment bilden, und zwar sind die an einer bestimmten Stelle des Ankerumfangs entstehenden Kräfte jeweils gleich dem Produkt aus Kraftliniendichte und Läuferstrom. Dreht sich der Läufer genau so schnell wie das Drehfeld (synchrone Drehzahl), dann werden keine Spannungen in den Läuferstäben induziert. Der Läuferstrom wird Null und ebenfalls das Drehmoment des Motors, sofern man vom Hysteresemoment absieht. Der Asynchronmotor hat deshalb eine bestimmte Leerlaufdrehzahl, die praktisch der synchronen Drehzahl entspricht.

Wird der Motor belastet, so fällt die Drehzahl des Motors ein wenig ab. Der Läufer schlüpft, es werden in der Läuferwicklung Spannungen niedriger Frequenz erzeugt, die drehmomentbildende Ströme zur Folge haben. Ungefähr proportional mit dem Schlupf wächst die Läu-

ferspannung, der Läuferstrom und das Drehmoment. Das Vollastdrehmoment wird bei einer nur einige Prozent unter

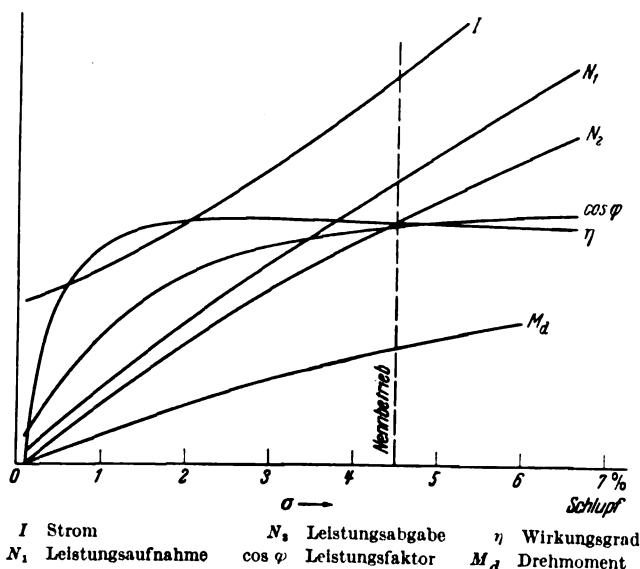


Abb. 1. Betriebskennlinien eines Kurzschlußläufermotors.

der synchronen Drehzahl liegenden Drehzahl erreicht (Abb. 1). Der Asynchronmotor mit Kurzschlußläufer hat

*) Nach einem Vortrag vor den Jungingenleuten des VDE-Bezirks Berlin-Brandenburg am 29. 10. 1937 (Arbeitsgemeinschaft: Industrieanlagen) und einem Aufsatz in „Elektr. 1. Bergbau“, 12 (1937) S. 65; 4/4 S. 23 Abb.

also ausgesprochenes Nebenschlußverhalten, d. h. seine Drehzahl ist von der Last nahezu unabhängig, was für die überwiegende Mehrzahl der Antriebe erwünscht ist. Nur bei ganz wenigen Antrieben ist eine größere Lastabhängigkeit der Drehzahl vorteilhaft. Zu diesem Zweck kann man den Läuferwiderstand erhöhen (Widerstands- oder Schlupfläufer). Dadurch wird erst bei einem größeren Schlupf der gleiche Läuferstrom und damit das gleiche Drehmoment erreicht, der Wirkungsgrad jedoch verschlechtert.

Während der Läuferstrom bei synchroner Drehzahl 0 ist, nimmt der Ständer noch den Magnetisierungsstrom auf. Mit steigender Belastung des Motors nimmt der Wirkstrom zu und der Leistungsfaktor steigt. Der höchste Leistungsfaktor wird im allgemeinen erst bei Überlast erreicht. Dagegen wird der maximale Wirkungsgrad meist bei Teillast oder Nennlast erreicht (Abb. 1).

Für die Beurteilung der Anlaufeigenschaften sind in erster Linie Strom und Drehmoment maßgebend, die bei unveränderlicher Spannung ausschließlich von der Drehzahl des Motors abhängen (Abb. 2). Aus den obigen Ausführungen geht bereits her-

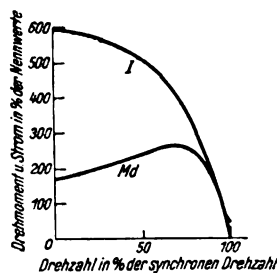
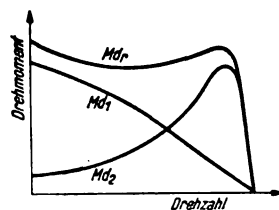


Abb. 2. Strom und Drehmoment eines Rundstabläufers.



Md_1 Drehmoment des äußeren Käfigs
 Md_2 Drehmoment des inneren Käfigs
 Md_r Drehmoment beim Zusammenwirken beider Käfige

Abb. 3. Drehmoment eines Motors mit Doppelstabläufer.

vor, daß der Läuferstrom in der Nähe der synchronen Drehzahl linear mit dem Schlupf des Motors, also linear mit fallender Drehzahl ansteigt. Dementsprechend ändert sich der Ständerstrom, wenn wir vom Einfluß des Magnetisierungsstromes absehen, zunächst proportional dem Schlupf. Bei größer werdendem Schlupf steigt die Läuferfrequenz und der induktive Widerstand des Läufers. Dadurch wird der Läuferstrom und mit ihm der Ständerstrom begrenzt. Hinzu kommt die strombegrenzende Wirkung von Ständer-, Wirk- und Blindwiderstand. Die Strom-Drehzahl-Kennlinie biegt daher bei tieferen Drehzahlen stark ab, und in der Nähe der Drehzahl 0 ist der Strom von der Drehzahl nahezu unabhängig.

Das Drehmoment ist in der Nähe der Nenn Drehzahl dem Strom fast proportional. Sehr bald aber steigt das Drehmoment nicht mehr im gleichen Maße wie der Strom und erreicht einen Höchstwert, das sogenannte Kippmoment, und wird bei tieferen Drehzahlen wieder kleiner. Das Moment, das der Motor im Stillstand noch entwickelt, wird als Anzugsmoment bezeichnet.

Die Ursache für dieses Drehmomentverhalten des Motors liegt zum Teil darin, daß bei tieferen Drehzahlen der Läuferstrom infolge der höheren Läuferfrequenz induktiv wird. Drehmomentbildend ist aber nur die ohmsche Komponente des Läuferstromes, die induktive Komponente des Läuferstromes erzeugt am Ankerumfang Kräfte wechselnder Richtung, die sich gegenseitig aufheben.

Der Rundstabläufer ergibt nur bei kleinen Leistungen gute Anlaufkennlinien. Bei größeren Leistungen ergeben sich bei erträglichen Strömen keine genügend hohen Anzugsmomente. Aus diesem Grunde werden heute Rundstabläufer größerer Leistung kaum noch gebaut.

Man kann die Anlaufverhältnisse des Rundstabläufers durch folgende Maßnahmen verändern:

1. durch Erhöhung der Streuung (Streuläufer). Dies bedingt einen niedrigeren Anzugsstrom, leider jedoch auch ein niedrigeres Anzugsmoment und einen schlechteren Leistungsfaktor im Betriebe.
2. durch Erhöhung des Läuferwiderstandes. (Widerstands- oder Schlupfläufer). Dies bedingt einen niedrigeren Anzugsstrom und ein höheres Anzugsmoment, jedoch eine erheblichere Verschlechterung des Wirkungsgrades.

Jede der beiden Maßnahmen bringt voneinander verschiedene Nachteile mit sich. Es liegt also nahe, durch eine Kombination dieser beiden Maßnahmen bessere Anlaufverhältnisse zu erzielen. Die Lösung ist der Doppelstabläufer, auch Doppelnut- oder Doppelkäfigläufer genannt. Der Drehmomentverlauf des Doppelstabläufers läßt sich in einfacher und angenähert richtiger Weise aus dem Zusammenwirken der Drehmomente, die jeder Käfig für sich entwickeln würde, erklären (Abb. 3). Das Drehmoment des äußeren Käfigs zeigt den für einen Widerstandsläufer kennzeichnenden Verlauf; das Drehmoment des inneren Käfigs den für einen Streuläufer kennzeichnenden Verlauf. Mit dem Doppelstabläufer lassen sich auch bei großen Leistungen hohe Anzugsmomente bei niedrigem Anlaufstrom erzielen.

Der Doppelstabläufer benötigt zwei Stabreihen. Dies ist zweifellos ein Nachteil gegenüber dem Einstabläufer. Man hat daher versucht, die Anlaufverhältnisse des Einstabläufers zu verbessern und ist zu dem Hochstabläufer gekommen. Er wird auch als Wirbelstrom-, Tiefnut-, Stromverdrängungs-, Strombegrenzungs- oder Stromdämpfungsläufer bezeichnet. Die Wirkungsweise des Hochstabläufers beruht auf der Erscheinung, daß massive Leiter einen um so höheren ohmschen Widerstand haben, je größer die Frequenz ist.

Die Ursache hierfür liegt darin, daß der induktive Widerstand eines Leiters der Frequenz und der Streukraftlinienzahl, die ihn umschlingt, verhältnismäßig ist. Zerlegt man den Läuferstab in eine Anzahl Leiterelemente, so kann man sofort erkennen, daß ein Element am Nutengrund von wesentlich mehr Kraftlinien umschlungen wird als ein solches am Nutzenfenster (Abb. 4).

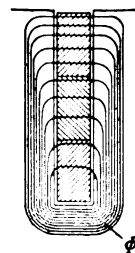


Abb. 4. Streukraftlinien bei einem Hochstab.

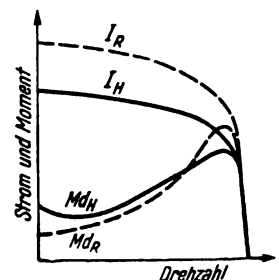


Abb. 5. Strom und Drehmoment eines Motors mit Rundstab- und Hochstabläufer.

Der induktive Widerstand der einzelnen Leiterelemente nimmt also vom Nutengrund zum Nutzenfenster hin mehr und mehr ab. Das hat zur Folge, daß der Strom, der die Wege geringsten Widerstandes bevorzugt, zum Nutzenfenster hin gedrängt wird. Diese ungleichmäßige Stromverteilung bringt eine scheinbare Erhöhung des ohmschen Läuferwiderstandes und damit eine Erhöhung des Anzugsmomentes bei niedrigerem Anzugsstrom mit sich (Abb. 5). Im Nennbetrieb des Motors wird der induktive Widerstand der einzelnen Leiterelemente des Läuferstabes infolge der geringen Läuferfrequenz klein gegen den ohmschen Widerstand der Leiterelemente, so daß sich jetzt der Strom über den ganzen Querschnitt des Läuferstabes gleichmäßig verteilt.

S. Brockhaus VDE.

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernsprecher: 30 06 31. — Postscheckkonto: Berlin 213 12.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.

Betr.: Unberechtigte Benutzung des VDE-Zeichens.

Die Prüfstelle hat im Laufe des Jahres 1937 an verschiedenen Orten Deutschlands Kipphebelhalter und Druckknopfhalter festgestellt, welche ein Firmenzeichen  und das Verbandszeichen  tragen.

Die durch das Firmenzeichen ausgewiesene Firma Heinz W. Schneider, Frankfurt a. M., besitzt aber seit dem 28. 7. 1932 keine Genehmigung zur Führung des Verbandszeichens mehr. Es wird daher gebeten, der Prüfstelle von dem etwaigen Vorhandensein weiterer Halter der oben bezeichneten Art Mitteilung zu machen, damit der Ursprung derselben festgestellt und die Rechtmäßigkeit der Anbringung des VDE-Zeichens nachgeprüft werden kann.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann

Aus den VDE-Bezirken

Bezirk Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein E. V.

(Gegründet 1879)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 IV, VDE-Haus.
Fernsprecher: 34 88 85. — Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Fachversammlung

des Fachgebietes „Leitungstelegraphie und -telefonie“.
Leiter: Direktor Professor K. K ü p f m ü l l e r VDE.

Vortrag

des Herrn Reg.-Baumeister W. Wild, Berlin, am Donnerstag, dem 13. Januar 1938, um 20⁰⁰ in der Technischen Hochschule Charlottenburg, Hörsaal HG 25, über das Thema:

„Geräuschstörungen bei der Übertragung von Sprache auf Leitungen“.

Eintritt und Kleiderablage frei.

Fachversammlung

des Fachgebietes „Funktechnik und Verstärkertechnik“.
Leiter: Professor Dr. phil. H. Fassbender VDE.

Vortrag

des Herrn Oberingenieur Dr.-Ing. O. Zinke VDE, Berlin, am Donnerstag, dem 20. Januar 1938, um 20⁰⁰ in der Technischen Hochschule Charlottenburg, Hörsaal HG 25, über das Thema: „Spannungsmessungen in der Hochfrequenztechnik“.

Eintritt und Kleiderablage frei.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Die nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um 18⁰⁰ im Jungingenieurzimmer des VDE-Hauses, Charlottenburg, Bismarckstraße 33, statt. Die Teilnahme ist frei. VDE-Mitgliedschaft ist nicht Bedingung.

Allgemeine Elektrotechnik. Leiter: Dr.-Ing. V. Aigner VDE.

13. 1. 1938 Vortragsreihe: Relais in der Starkstromtechnik. 2. Abend: „Abhängiger und unabhängiger Überstromschutz (auch Motorschutz)“, Vortragender: Ingenieur F. Fröhlich VDE.

Elektrizitätswerke. Leiter: Oberingenieur Dipl.-Ing. B. J. v. d. Knesebeck VDE.

14. 1. 1938 Vortragsreihe: Berechnung und Bau eines modernen Dampfkraftwerkes. 4. Abend: „Die Generatoren“, Vortragender: Obering. J. Kröll.

Elektromaschinenbau. Leiter: Ingenieur K. Bätz VDE.

17. 1. 1938 Vortragsreihe: Sonderausführungen elektrischer Maschinen. 1. Abend „Maschinen mittlerer und hoher Frequenz“, Vortragender: Dr.-Ing. W. Putz VDE.

Fernmeldetechnik. Leiter: Oberingenieur Dipl.-Ing. K. Wagner VDE.

18. 1. 1938 Vortragsreihe: Die Werkstoffe der Fernmeldetechnik unter besonderer Würdigung der Austauschstoffe. 4. Abend: „Hüllstoffe und Schutzstoffe“, Vortragende: Dipl.-Ing. H. Jurczyk VDE, Ingenieur H. Menke, Ingenieur G. Pöhlner VDE.

Elektrophysik. Leiter: Dr.-Ing. F. Hauße VDE.

20. 1. 1938 Vortragsreihe: Physikalische und technische Grundlagen des elektrischen Schweißens. 1. Abend: „Lichtbogenschweißung“ (1. Teil), Vortragender: Dr. Becken.

Industrieanlagen. Leiter: Dr.-Ing. R. v. Meiborn VDE.

21. 1. 1938 „Der Elektrobetrieb im graphischen Gewerbe“, Vortragender: Dipl.-Ing. G. Funk VDE.

„Fernsehen.“

Herausgabe der Vortragsreihe in Buchform.

Die vom VDE Bezirk Berlin-Brandenburg gemeinsam mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule Berlin in den Monaten Oktober bis Dezember 1936 veranstaltete Vortragsreihe „Fernsehen“ ist von Professor Dr. phil. Fritz Schröter in Buchform (Umfang 260 Seiten, 228 Textabbildungen, Verlag: Julius Springer, Berlin) herausgegeben worden.

Inhalt:

1. Entwicklung und Stand des Fernsehens. Von Abteilungsdirektor Dr. F. Banneitz VDE, Berlin.
2. Physikalische Grundlagen, Möglichkeiten und Grenzen der Fernsehübertragung. Von Professor Dr. F. Schröter, Berlin.
3. Die mechanischen Bildfelderleger und ihre Synchronisierung. Von Dr. R. Möller, Berlin.
4. Geometrische Elektronenoptik. Von Dr.-Ing. habil. E. Brüche, Berlin.
5. Die Kathodenstrahlröhre in der Fernsehtechnik. Von Dr.-Ing. M. Knoll, Berlin.
6. Die Fernsehsendung. Von Dipl.-Ing. W. Buschbeck, Berlin.
7. Der Fernsehempfang. Von M. von Ardenne VDE, Berlin.
8. Das Großbildproblem beim Fernsehen. Von Professor Dr. A. Karolus VDE, Leipzig.

Der Preis des Buches, welches durch jede Buchhandlung zu beziehen ist, beträgt 19,50 RM, gebunden 21,00 RM (Vorzugspreis 14,62 RM, gebunden 15,75 RM).

VDE Bezirk Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein E. V.

Der Geschäftsführer:

Burghoff

Bezirk Württemberg.

Am 28. 10. 1937 sprach Herr Dransfeld über den „Sicherheitsgedanken in der Elektrotechnik“. Der Verband Deutscher Elektrotechniker hat auf dem Gebiete der Verhütung elektrischer Unfälle durch die von ihm herausgegebenen VDE-Vorschriften bahnbrechende Arbeit geleistet. Heute haben fabrikneue elektrische Geräte und Maschinen hinsichtlich der Unfallsicherheit einen außerordentlich hohen Stand erreicht. Dadurch ist auch die Zahl der elektrischen Unfälle weit hinter die Ziffern auf anderen Gebieten gerückt. Dennoch arbeitet die deutsche Elektrotechnik unablässig an einer weiteren Senkung. Daß ein solches Bemühen von Erfolg begleitet sein kann, zeigt der Fall der Stadt Stuttgart, wo — wie in der Aussprache erwähnt wurde — erfreulicherweise seit 12 Jahren an Haushaltgeräten keine elektrischen Unfälle mehr vorgekommen sind. Man kann grundsätzlich zwei Gruppen von elektrischen Unfällen unterscheiden. Die erste umfaßt alle die-

jenigen, die auf mangelhaften Werkstoff und Konstruktion zurückzuführen sind. Diese Art Unfälle konnten bereits so gut wie ausgemerzt werden. Die zweite Gruppe von Unfällen, die der Natur nach viel schwerer auszuschalten sind, beruht auf der Unzulänglichkeit der Menschen. Aufklärung über die Gefahren der Elektrizität und ihre Vermeidung muß hier das Ziel sein. Den größten Prozentsatz dieser Unfälle stellen die Frauen. Besonders zu warnen ist davor, schadhafte Geräte selbst auszubessern. Beschädigte und veraltete Steckkontakte, schadhafte Leitungsschnüre und Geräte sind sofort einem Installateur zu übergeben.

In der Aussprache, die sich an den sehr aufschlußreichen Vortrag anschloß, wurde insbesondere die Frage erörtert, inwieweit es möglich ist, die elektrischen Installationen im Haushalt von Zeit zu Zeit einer fachmännischen Prüfung zu unterziehen. In der Landwirtschaft ist dies durch ein neues Reichsgesetz geregelt worden. Im Haushalt kann aber die Mitarbeit der Wohnungsinhaber nicht entbehrt werden.

Sitzungskalender.

VDE, Bezirk Braunschweig. 17. 1. (Mo), 20¹⁵, Hochspannungsinst.: „Ein Ingenieur fliegt nach Indien“, Dr.-Ing. W. Estorff VDE.

VDE, Bezirk Danzig. 17. 1. (Mo), 20⁰⁰, T. H.: „Physikalische Erkenntnisse beim Bau von Schaltgeräten, insbes. für Niederspannungsanlagen“ (m. Lichtb.). Dr.-Ing. D. Müller-Hillebrand VDE.

VDE, Bezirk Hansa, Hamburg. 19. 1. (Mi), 20⁰⁰, Techn. Staatslehranst.: „El. Regeln der Temperatur“ (m. Lichtb.). Obering. Meyer.

VDE, Bezirk Köln. 21. 1. (Fr), 20⁰⁰, Lesegesellschaft: „Der kompressorlose Druckgasschalter“. Obering. O. Mayr VDE.

VDE, Bezirk Kurpfalz, Mannheim. 21. 1. (Fr), 20¹⁵, Otto Beckstr. 21: „Die Probleme des Elektromotors in Technik-, Wirtschafts- und Kulturgeschichte“. Obering. F. Bunzl.

VDE, Bezirk Mittelhessen, Frankfurt a. M. 19. 1. (Mi), 20⁰⁰, Kunstgewerbeschule: „Der heutige Stand der Fernschübertragungstechnik“.

VDE, Bezirk Niedersachsen, Wilhelmshaven. 20. 1. (Do), 20³⁰, Parkhaus: „Der heutige Stand des Fernsehens“. Dipl.-Ing. Federmann.

VDE, Bezirk Nordbayern, Nürnberg. 21. 1. (Fr.), 20⁰⁰, Städt. Werke, Blumenstr. 16: Jahreshauptversammlung. Anschließend „Probleme der Störungsaufklärung in Starkstromnetzen“ (m. Lichtb.). Dr.-Ing. H. Boekels VDE.

VDE, Bezirk Nordhessen, Kassel (gemeinsam mit VDI). 14. 1. (Fr), 20¹⁵, Hess. Landesmuseum: a) „Neuzeitliche Werkstoffe: Hartpapier, Hartgewebe und Preßmaterial“. Obering. Schenk. b) „Phasenschieber-Kondensatoren unter dem Einfluß stationärer und nichtstationärer Überspannungen“. Obering. Dr. P. Hochhäuser. Musterschau.

VDE, Bezirk Pommern, Stettin. 21. 1. (Fr), 20¹⁵, Konzerthaus: „Physikalische Erkenntnisse beim Bau von Schaltgeräten, insbes. für Niederspannungsanlagen“ (m. Lichtb.). Dr.-Ing. D. Müller-Hillebrand VDE.

VDE, Bezirk Südsachsen, Chemnitz. 20. 1. (Do), 20⁰⁰, Städt. Elektrizitätswerk, Maxstr. 6: „Erfahrungen mit Aluminiumkabeln“. Dipl.-Ing. Fr. Brinkmann VDE.

VDE, Gau Südsachsen, Zwickau. (gemeinsam mit VDI) 20. 1. (Do), 20⁰⁰, Gaststätte Penzler, Adolf-Hitler-Ring 20: „Elektrizitätszähler“. Obering. Kelbe.

VERSCHIEDENES.

PERSONLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Jubiläum. — Am 27. 12. 1937 feierte Herr Dir. Dipl.-Ing. Willi Schoder VDE sein fünfundzwanzigjähriges Dienstjubiläum bei der Main-Kraftwerke AG., Frankfurt a. M.-Höchst. Herr Schoder ist am 8. 3. 1878 zu Weimar geboren, hat in Karlsruhe und Darmstadt studiert und steht seit 1903 in der Elektrizitätswerkspraxis, seit 1912 bei der Main-Kraftwerke AG., nur unterbrochen durch seine Teilnahme am Kriege. Dank seinem Weitblick, seinen Kenntnissen und Erfahrungen haben sich die Main-Kraftwerke gesund entwickelt. — Seit dem Jahre 1933 ist Herr Schoder Leiter des VDE-Bezirk Mittelhessen. Seiner rastlosen Tätigkeit ist es zu danken, daß die Mitgliederzahl wesentlich gestiegen ist; er versteht es besonders, nicht nur das Interesse für den technischen Fortschritt zu wecken, sondern auch durch gesellige Veranstaltungen einen guten kameradschaftlichen Zusammenschluß zu schaffen und zu erhalten.

Auszeichnungen. — Die Institution of Mining Engineers, London, beschloß, dem Bergassessor Dr.-Ing. E. h. Carl Beyling VDE, Leiter der Versuchsstrecke zu Dortmund-Derne, die Medaille der Institution zu verleihen in Anerkennung überragender Leistungen bei Anwendung wissenschaftlicher Kenntnisse auf Industrieuntersuchungen, mit besonderer Berücksichtigung der Sicherheits- und Gesundheitsprobleme im Kohlenbergbau. Herr Dr. Beyling ist seit 1902 Leiter der Versuchsstrecke, die eine Forschungs- und Prüfungsstelle ist für bergbauliche Betriebsmittel und die Sicherung der arbeitenden Menschen gegen Kohlenstaub- und Schlagwetterexplosionen.

EINGÄNGE.

[Ausführliche Besprechung vorbehalten.]

Bücher.

Die Synchronuhren und andere frequenzgesteuerte Uhren. Ihre Bauart, Pflege und Instandsetzung. (Elektrische Uhren und Uhren für technische Zwecke Bd. II). Von Obering. F. Thiesen. Mit 88 Abb. u. 152 S. im Format A 5. Verlag der Deutschen Uhrmacher-Zeitung, Deutsche Verlagswerke Strauß, Vetter & Co., Berlin 1937. Preis geb. 5,60 RM.

[Das Erscheinen dieser zusammenfassenden Darstellung ist auf die ständig zunehmende Verbreitung der Synchron-

uhren zurückzuführen. Zunächst findet der Leser das Notwendige über die Frequenzregelung mit einer Zusammenstellung der geregelten Kraftwerke, die verschiedenen Bauarten der Synchronmotoren, der Anwerfmotoren und Selbstanläufer ohne und mit Gangreserve. Sodann gibt der Verfasser praktische Winke über Prüfung, Instandsetzung, Anschluß, Reparatur und über die Messung des Stromverbrauches. Bemerkenswerte Neuerungen, wie Quarzuhr, Tel-System, drahtloser Uhrenbetrieb und Zeitverteilung durch Bildübertragung, beschließen das Buch.]

Veranstaltungen anderer Vereine.

Deutsche Maschinentechnische Gesellschaft, Berlin. 18. 1. (Di), 20⁰⁰, Ingenieurhaus: „Aufbau und Winkel von Keilriemen“ (m. Lichtb.). Obering. Joh. Meyer.

Physikalische Gesellschaft zu Berlin und Deutsche Gesellschaft für technische Physik. 21. 1. (Fr), 20⁰⁰, Phys. Inst. der T. H., Kurfürstenallee. „Atomzertrümmerung und Radioaktivität“. Th. Gerthsen.

Berichtigung.

Auf S. 14, H. 1 der ETZ dieses Jahres muß der erste Satz der Fußnote 3 folgendermaßen lauten: „Die Beurteilung elektrischer Verriegelungsschaltungen vor allem bei Mehrfach-Sammelschienensystemen ist nur an Hand des . . .“.

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:

Dipl.-Ing. S. Brockhaus VDE, Falkensee bei Berlin, Reuterallee 4.
Dr. E. Hirt VDE, Halle a. S., Zietenstr. 33.
Dipl.-Ing. O. E. Nölke VDE, Dresden-N. 23, Schützenhofstr. 92.
Dipl.-Ing. W. Schlotmann VDE, Berlin-Charlottenburg, Tegeler Weg 25.
Dr.-Ing. R. Strigel VDE, Berlin-Siemensstadt, Quellweg 48.
Dr.-Ing. K. Waimann, Nürnberg-Zabo, Mettingstr. 31.

Abschluß des Heftes: 7. Januar 1938.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE

Zuschriften sind nicht an eine persönliche Anschrift zu richten, sondern nur an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und nur mit Genehmigung des Verfassers und der Wissenschaftlichen Leitung der ETZ gestattet.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

59. Jahrgang

Berlin, 20. Januar 1938

Heft 3

Lokomotiven für gemischten Fahrdrabt- und Speicherbetrieb.

Von Georg F. Holzinger VDE, Wien.

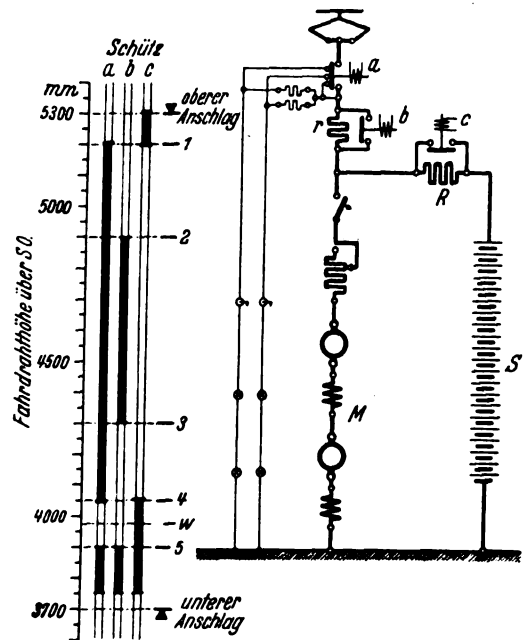
Überzicht. Das Anwendungsgebiet von Lokomotiven für gemischten Fahrdrabt- und Speicherbetrieb wird durch eine neue, den verschiedenen Bedürfnissen des Betriebes leicht anpaßbare Schaltung für selbsttätigen Wechsel der Betriebsart verbreitert.

Lokomotiven für gemischten Betrieb sollen den Vorteil der Fahrdrabtuabhängigkeit der Speicherlokomotive mit der Schmiegsamkeit und Anpassungsfähigkeit der Fahrdrabtrlokomotive auch an schwerste Betriebserfordernisse, wie Förderung von großen Anhängelasten auf großen (bis zu 120 %) und langen Steigungen, vereinigen; sie sind überall dort mit Gewinn einzusetzen, wo die Verlegung einer Fahrleitung stellenweise unmöglich oder gar unstatthaft wird. Das Einfügen des Stromspeichers in die Fahrdrabtrlokomotive darf dabei deren einfache Handhabung keinesfalls erschweren. Selbsttätige Aufladung des Speichers und selbsttätiger Wechsel der Betriebsart (Akkumulator oder Fahrdrabt) ist zu fordern. Eine Schaltung, die beide Bedingungen erfüllt und sich praktisch bereits gut bewährt hat¹⁾, sei nachstehend beschrieben.

Ihr Grundgedanke besteht in einer Verbindung der einfachen Pöhler-Ladeschaltung²⁾ mit einer Art Brückenschaltung, die unter dem Einfluß von auf der Strecke fest angeordneten Vorrichtungen zwangsläufig den erforderlichen Betriebsartwechsel vornimmt. Die Lokomotivzugkraft wird auch während der Umschaltung praktisch nicht vermindert. Als Vorrichtungen auf der Strecke können mit dem Gleise fest verbundene Anschläge benutzt werden. Im vorliegenden Falle wird das zwecks leichten Ab- und Wiederauflaufens des Stromabnehmers ohnehin erforderliche Hochziehen der Fahrleitung an den Stellen des Überganges vom Fahrdrabt- auf den Speicherbetrieb und umgekehrt zur zwangsläufigen Steuerung der Umschaltung herangezogen.

Das vereinfachte Schaltbild ist in Abb. 1 wiedergegeben. Außer dem eigentlichen Ladewiderstand R , der durch das Schütz a kurzgeschlossen werden kann, ist noch ein durch das Schütz b kurzschließbarer Überschaltwiderstand r und ein Linienschütz a vorgesehen. Führt man unter dem Fahrdrabt, so sind a und b geschlossen, c dagegen geöffnet; die Treibmotoren M liegen an der Fahrdrabtspannung, der Speicher S wird über den einstellbaren Widerstand R selbsttätig geladen. An der Umschaltstelle wird zunächst b geöffnet und dadurch der Widerstand r den Treibmotoren und dem Speicher vorgeschaltet, so daß beide eine etwa in der Mitte zwischen Fahrdrabt- und Speicherruhespannung liegende Klemmenspannung erhalten. Nach einiger Zeit wird c geschlossen und knapp darauf a geöffnet, dadurch erhalten die Motoren die volle Speicherspannung, und der noch über

fließende Ladestrom wird am Schütz a abgetrennt, so daß der Stromabnehmer den Fahrdrabt funkenfrei verläßt; der reine Speicherbetrieb hat begonnen. Beim Wiederschalten auf Fahrdrabtbetrieb schließt sich, nach-



a, b, c Schütze
 R Ladewiderstand
 r Überschaltwiderstand
 S Stromspeicher
 M Motoren
1, 2, 3, 4, 5 Schaltstellungen, siehe auch Abb. 3
 w Stellung für willkür. Speicherbetrieb auch unter dem Fahrdrabt

Abb. 1. Grundgedanke der selbsttätigen Umschalteinrichtung.

dem zuvor der Stromabnehmer wieder stromlos auf den Fahrdrabt aufgelaufen ist, Schütz a , wodurch den Motoren über r eine zwischen der Speicher- und der Fahrdrabtspannung liegende Spannung aufgedrückt wird; kurz darauf öffnet c und schaltet wieder den Ladewiderstand R vor den Speicher. Nach einiger Zeit schließt b den Widerstand r kurz, die Motoren erhalten wieder die volle Fahrdrabtspannung, der Stromspeicher wird geladen, der reine Fahrdrabtbetrieb ist wieder hergestellt. Der Überschaltwiderstand r erfüllt hierbei zwei Aufgaben: 1. Eine Unterbrechung des Motorstromes und damit ein Verschwinden der Lokomotivzugkraft wird vermieden, ohne daß der Stromspeicher unmittelbar an den Fahrdrabt gelegt wird, was bedeutende und schwer beherrschbare Ausgleichströme zur Folge hätte; 2. das Umschalten der Motoren von der niedrigeren Speicherspannung auf die um

¹⁾ F. Waneck, Die elektrische Bahn am Müllableerplatz „Bruckhaufen“ der Stadt Wien, Elektrotechn. u. Masch.-Bau 55 (1937) S. 149. Auszug: ETZ 59 (1937) S. 744. — Österr. Pat. 151 493.

²⁾ W. Klein, ETZ 47 (1926) S. 929.

etwa 50 % höhere Fahrdrachtspannung erfolgt nicht plötzlich, sondern mit einer Anlaßstufe, das Ansprechen der Schütze *a* und *b* ist zeitlich gestaffelt. Selbstverständlich ließen sich bei Bedarf auch mehrere Zwischenstufen einschalten.

Eine im Betrieb aufgenommene Strom-Zeit-Schaulinie ist in Abb. 2 wiedergegeben; man sieht, daß wohl der Motorenstrom und damit die Zugkraft beim Wechsel der

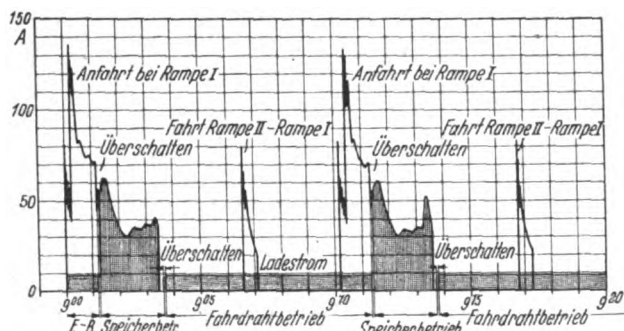


Abb. 2. Strom-Zeit-Schaulinien.

Stromquelle ein wenig zurückgeht, aber nicht Null wird, was besonders bei Fahrten auf größeren Steigungen von Wert ist.

Nach den Untersuchungen³⁾ von A. E. Lange bringt es betrieblichen und wirtschaftlichen Gewinn, die selbsttätige Ladung des Stromspeichers unter dem Fahrdracht nur bis in die Nähe der Gasungsgrenze (etwa 2,3 bis 2,4 V je Zelle) zu betreiben und die etwa alle 8 bis 14 Tage erforderlichen Ausgleichladungen nach Betriebsschluß vorzunehmen. Bei Benutzung des Pöhler-Schalters ist besondere Wartung hierbei nicht notwendig. Ganz abgesehen von der Energieeinsparnis wird ein solcher auf dem Fahrzeug überflüssig, und die Belüftung eines nicht gasenden

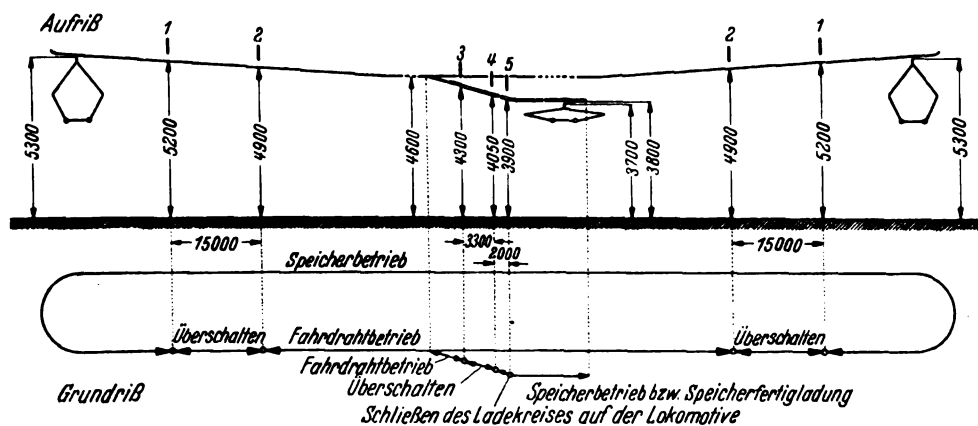


Abb. 3. Selbsttätige Umschaltungen bei der Müllbahn Bruckhausen.

und außerdem kühl bleibenden Stromspeichers macht auch in stark staubigen Betrieben keine Schwierigkeiten. Die Zellenzahl wird dabei so gewählt, daß die Ladung auch bei ungünstigsten Speiseverhältnissen auf den Fahrdrachtstrecken knapp bis an die Gasungsgrenze fortgeführt und das Gleichgewicht im Speicherhaushalt, bezogen auf die Gasungsgrenze, mit Sicherheit erreicht wird; es ist jedoch bei besonders regelmäßigem Betriebe von Vorteil, die Ladung so einzustellen, daß der Speicher zwischen zwei Ausgleichladungen allmählich etwas entladen wird, was dessen Lebensdauer erhöht und die Überschreitung der Gasungsgrenze vermeidet, so daß ein Spannungsrelais zur Begrenzung der Ladung auf den Lokomotiven sich erübrigt. In Bergwerken unter Tage mit ihren oft schwie-

rigen Speiseverhältnissen wird man im Sinne des § 24 h der neuesten „Vorschriften für die Errichtung elektrischer Anlagen in Bergwerken unter Tage (B. u. T.)“⁴⁾ durch ein an die Klemmen des Speichers gelegtes Spannungsrelais den Ladestrom über ein besonderes Schütz bei

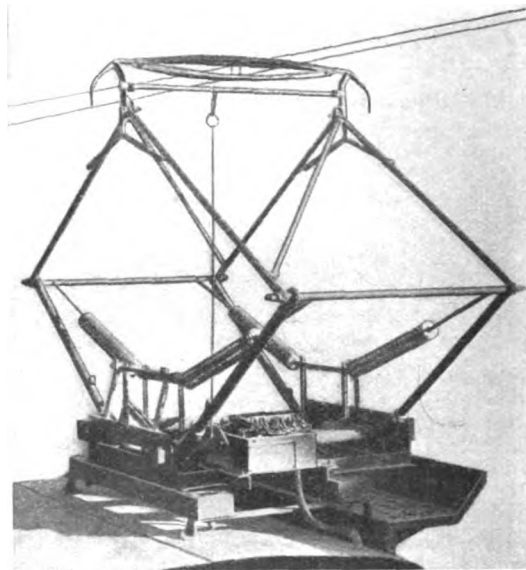


Abb. 4. Steuerwalze am Stromabnehmer (Schutzhülle abgenommen).

Annäherung an die Gasungsspannung unterbrechen lassen. Die Schaltung muß so getroffen sein, daß das Schütz *c* für den Speicherbetrieb auch noch die Kontakte dieses Schützes kurzschließt. Zwecks selbsttätiger Rückstellung des Schützes kann dieses durch einen Hilfskontakt am Fahrdrachtschalter während des Auf- oder Abschaltens kurzzeitig an Spannung gelegt werden, worauf es, genügende Spannungsabsenkung am Speicher durch eine vorangegangene Entladung vorausgesetzt, wieder von selbst hält.

Die Pöhler-Schalter samt den erforderlichen besonderen Ausgleichladewiderständen werden in der Nähe der Stromquelle an geeigneter Stelle, z. B. im Lokomotivschuppen, ortsfest angebracht; um jegliche bewegliche Zuleitung zu den Lokomotiven zu vermeiden, wird die Fahrleitung dort in ebenso viele Teile zerlegt, wie Fahrzeuge vorhanden sind. Die

Ausgleichladewiderstände werden an diese Abschnitte angeschlossen, so daß die Ladung über die Stromabnehmer erfolgt. Um eine Umschaltung der Fahrleitungsabschnitte zu umgehen, wird dann zweckmäßig auch für die Fahrten im Lokomotivschuppen reiner Speicherbetrieb eingeführt, die Ladewiderstände werden zwangsläufig auf den Lokomotiven kurzgeschlossen (Abb. 1, Stellung 5).

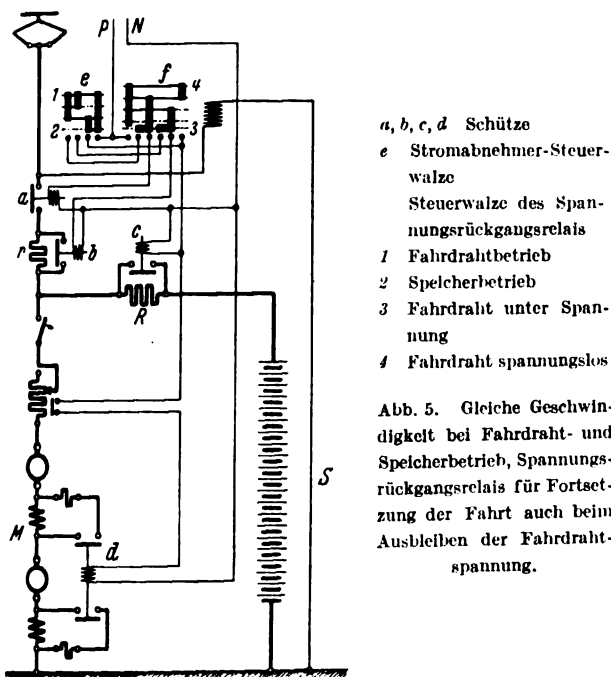
Durch passende Höhenführung der Fahrleitung wurde diese Aufgabe bei der in Fußnote 1 erwähnten Anlage gelöst (Abb. 3). Abb. 4 zeigt die dabei benutzte, vom Stromabnehmer aus angetriebene Steuerwalze (linker Teil der Abb. 1).

Die oben angegebene Bemessung der Zellenzahl, die auf ein Fertigladen des Speichers unter dem Fahrdracht

³⁾ A. E. Lange, ETZ 53 (1932) S. 716.

⁴⁾ VDE 0118/1937, ETZ 58 (1937) H. 21, S. 577, H. 50, S. 1355.

auch unter ungünstigsten Verhältnissen bewußt verzichtet, bringt den Vorteil mit sich, daß unter sonst gleichen äußeren Umständen die Fahrgeschwindigkeit bei Speicherbetrieb nicht wie sonst nur etwa 66 %, sondern einen höheren Bruchteil jener bei Fahrdrachtspeisung beträgt. Sollen die beiden Fahrgeschwindigkeiten aber gänzlich übereinstimmen, dann läßt sich dies durch Anlegen von Nebenwiderständen an die Felder der Treibmotoren während der Dauer der Speicherfahrt unschwer erreichen.



- a, b, c, d Schütze
e Stromabnehmer-Steuerwalze
Steuerwalze des Spannungsrückgangsrelais
1 Fahrdrachtbetrieb
2 Speicherbetrieb
3 Fahrdracht unter Spannung
4 Fahrdracht spannungslos

Abb. 5. Gleiche Geschwindigkeit bei Fahrdracht- und Speicherbetrieb, Spannungsrückgangsrelais für Fortsetzung der Fahrt auch beim Ausbleiben der Fahrdrachtspannung.

Es wird dabei dem Schütz c (siehe Abb. 5) ein weiteres, und zwar zweipoliges Schütz d parallel geschaltet, das bei Erregung die gewünschten Nebenschlüsse herzustellen vermag. Um aber das Anfahren innerhalb der Speicherstrecke nicht zu erschweren, muß der Fahrdrachtschalter je eine zweite reine Reihenschaltungs- und reine Nebenein- und Ausschaltungs-Stellung erhalten, in denen Hilfskontakte dafür sorgen, daß Schütz d nur auf diesen Stellungen die Nebenwiderstände einschaltet. Dieses unterbleibt auf den mit Fahrdracht versehenen Streckenteilen durch die Streckenabhängigkeit der ganzen Steuerung von selbst.

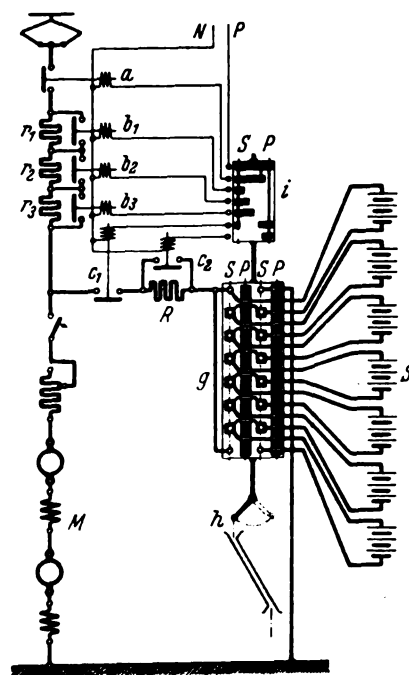
Der Stromspeicher verleiht dem Fahrzeug aber auch eine gewisse Unabhängigkeit von der Stromquelle selbst; auch längere Zeiten des Ausbleibens der Fahrdrachtspannung bedingen noch kein Stillstehen des Förderbetriebes. Ist z. B. die Forderung gestellt, daß ein einmal begonnenes Förderspiel auch beim Ausfall der Stromquelle unter allen Umständen zu Ende geführt werden muß, dann läßt sich dies durch den Einbau eines unmittelbar an den Stromabnehmer angeschlossenen Spannungsrückgangsrelais erreichen. Dieses führt die Umschaltung vom Fahrdracht auf den Speicherbetrieb schnellstens herbei und verhindert Rückspeisungen in das Netz. Bei Wiederkehr der Fahrdrachtspannung schaltet das Relais mit Zeitverzögerung und stufenweise wieder auf Fahrdrachtbetrieb zurück, siehe Abb. 5.

Mit Hilfe eines an den Stromabnehmer unmittelbar angeschlossenen Spannungsrückgangsrelais, welches beim Verschwinden der Fahrdrachtspannung oder beim Abgleiten des Stromabnehmers vom Fahrdracht den Erregungsstrom des Schützes a unterbricht, läßt sich der Forderung im § 24 h der neuesten „Vorschriften für die Errichtung elektrischer Anlagen in Bergwerken unter Tage (B. u. T.)“ des VDE⁵⁾ unschwer Rechnung tragen.

Mit Hilfe des Stromspeichers lassen sich aber auch noch in einfachster und wirtschaftlichster Weise so-

genannte „Schleichdrehzahlen“ an den Motoren herstellen, welche zum Feineinstellen der angehängten Wagen (bis auf etwa 50 mm genau) unter Verladekranen, in Hüttenwerken, unter Schütttrichtern oder -rinnen für stückiges Gut (Schlacke u. dgl.), zum Ein- und Ausschieben von Förderwagen in Förderkörbe oder zum Beladen von Koks-löschwagen erforderlich sind. In diesen Fällen wird der mit allen Zellen in Reihe geladene Stromspeicher nach Bedarf durch ein Nockenschütz oder ein dem alten Planté-Schalter⁶⁾ nachgebildetes höchst einfaches, aber stromlos zu bedienendes Schaltgerät in sechs oder mehr nebeneinandergeschalteten Reihen entladen, siehe Abb. 6. Hier ist angenommen, daß die Umschaltung des Speichers S durch das Schaltgerät g mittels eines Gleisanschlag-Fühlhebels h vorgenommen wird, nachdem durch mit g verbundene Hilfskontakte i am Schütz c₁ der Ladestrom unterbrochen wurde. Der Überschaltwiderstand r ist hier dreistufig ausgeführt; erst nachdem dieser seinen größten Wert erreicht hat, schließt sich c₁ wieder, worauf c₂ anspricht, usw. Die Zurückschaltung auf höhere Spannung vollzieht sich in umgekehrter Reihenfolge. Bei dieser Steuerung kann das Feineinstellen unter dem Fahrdracht erfolgen.

Es kann auch die Einrichtung getroffen werden, daß das endgültige Wegziehen des Zuges selbsttätig mit der vollen Fahrdrachtspannung erfolgt, worauf ebenso selbsttätig die ursprüngliche Ladenschaltung mit ausschließlich in Reihe geschalteten Speicherzellen wieder hergestellt wird.



- a, b₁, b₂, b₃, c₁, c₂ Schütze
g Reihen-Parallel-Schalter
h Gleisanschlag-Fühlhebel
i Hilfskontakte

Abb. 6. Langsamfahrschaltung.

Der eingebaute Speicher gestattet aber auch unabhängig vom Fahrdracht die Nutzbremmung. Eine geeignete, auf die durch K. Töfflinger⁷⁾ bekanntgewordenen Anordnungen zurückgehende Bremsschaltung ist in Abb. 7 dargestellt. Der Speicher ist hierbei angezapft; einige Zellen S₁ (etwa 24 V) dienen der Erregung der für Vorwärtsfahrt gepolten Motorfelder F über den am Fahrdrachtschalter stufenweise einstellbaren „Gegenkompositionswiderstand“ (oder Parallelwiderstand) g; die in Reihe liegenden Motoranker A liefern dann den Nutzbremmsstrom in den weitaus größeren Speicherteil S₂. Gegebenenfalls wäre auch Einzelerregung jedes Feldes und Parallelschaltung der Anker über zwei Widerstände g möglich. Schütz c in Verbindung mit dem Ladewiderstand R vermag hier auch noch die Rolle des Einschalt-schützes der Nutzbremmung zu übernehmen; es wird zu diesem Zwecke auf den Nutzbremmsstellungen des Fahrdrachtschalters von einem polarisierten Relais abhängig gemacht, das bei Spannungsgleichheit sein Schließen veranlaßt. Es öffnet erst wieder, wenn der Nutzbremmsstrom

⁶⁾ Siehe z. B. Naudet-Hauck, Die galvanischen Elemente von Volta bis heute, S. 234. Fr. Vieweg & Sohn A.G., Braunschweig 1881.

⁷⁾ K. Töfflinger, ETZ 53 (1932) S. 451 u. 479; ETZ 54 (1933) S. 1183, sowie dessen Buch „Neue elektrische Bremsverfahren für Straßen- und Schnellbahnen“, S. 69. J. Springer, Berlin 1934.

⁵⁾ Siehe Fußnote 4.

annähernd durch Null geht. Diese einfache Anordnung ist möglich, weil der große Ladewiderstand R ein nennenswertes Treibdrehmoment nicht zustande kommen läßt. Die

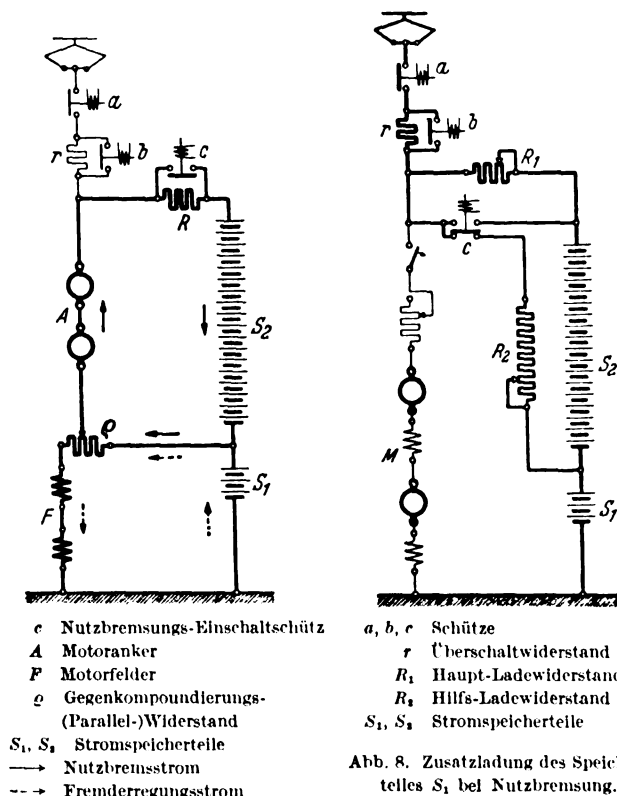


Abb. 7. Nutzbremsung.

bei diesem Verfahren unvermeidliche Verschiedenheit im Ladezustand der beiden Speicherteile S_1 und S_2 läßt sich

durch die Zusatzladeschaltung nach Abb. 8 ausgleichen; es ist nicht erforderlich, daß der Speicherteil S_1 aus Nickel-Kadmium-Zellen gebildet wird. Die Ersparnis an Radreifen und Bremsklötzen allein kann die Anwendung der Nutzbremsung in vielen Fällen rechtfertigen.

Die Ausrüstung von Lokomotiven für gemischten Fahrdrabt- und Speicherbetrieb mit auf den Fahrdrabtstrecken in Reihe mit den Treibmotoren und untereinander parallel geschalteten Speicherteilen⁸⁾ zeichnet sich gegenüber dem Verfahren mit Parallelspeicher wohl durch zwangsläufige Genauigkeit in der Erhaltung des Gleichgewichtes im Speicherhaushalt aus (Unabhängigkeit von der Fahrdrabtspannung). Dem letzteren ist es aber hinsichtlich Einfachheit der Ausrüstung, selbsttätiger Begrenzung der Ladung und selbsttätigem Wechsel der Betriebsart unterlegen. Der Parallelspeicher ist schließlich sogar bei von Einphasen-Reihenschlußmotoren angetriebenen Fahrzeugen möglich, da dessen Ladung mit verhältnismäßig kleinem Strom und über Trockengleichrichter bewirkt werden kann.

Zusammenfassung.

Die beschriebene neue Schaltung gestattet nicht nur den zwangsläufigen Wechsel der Betriebsart von Lokomotiven für gemischten Fahrdrabt- und Speicherbetrieb in Abhängigkeit von auf der Strecke festangeordneten Vorrichtungen ohne Unterbrechung der Zugkraft, sondern auch noch (je nach besonderer Weiterbildung) das selbsttätige Einspringen des Speichers bei Unterbrechungen der Stromzufuhr durch den Fahrdrabt, das zwangsläufige Übergehen zu besonders kleinen Fahrgeschwindigkeiten zwecks Anhaltens des Zuges an genau bestimmter Stelle und vom Fahrdrabt unabhängige Nutzbremsung. Eine zweckmäßige Bemessung der Zellenzahl des zu verwendenden Speichers nebst zugehörigen Ladeverfahren wird angegeben.

⁸⁾ ETZ 54 (1933) S. 356.

Über die Statistik des Entladeverzugs in Luft von Atmosphärendruck.

Von R. Strigel VDE, Berlin.

(Schluß von S. 37.)

2. Die Streuzeit des Entladeverzugs in Luft im ungleichförmigen Feld¹³⁾.

Im ungleichförmigen Feld ist der Stoßdurchschlag abhängig von der Elektrodenform. Man muß sich daher bei Untersuchungen allgemeiner Art auf wenige richtunggebende Grundformen beschränken. Solche sind:

1. ungleichförmiges Feld an der Anode, gleichförmiges Feld an der Kathode;
2. gleichförmiges Feld an der Anode, ungleichförmiges Feld an der Kathode;
3. ungleichförmiges Feld an beiden Elektroden.

Als Elektroden für derartige ungleichförmige Feldanordnungen verwendet man Spitzenelektroden mit gegebenem Spitzenwinkel, als gleichförmige Feldanordnungen Platten mit abgerundeten Rändern oder Kugeln mit einem Durchmesser, der groß gegenüber der Schlagweite ist.

a) Die Verteilungskurve.

Auch im ungleichförmigen Feld für die drei genannten Grundanordnungen ist die Verteilungskurve durch Gl. (2) gegeben. Abb. 7 zeigt eine solche Verteilungskurve der Elektrodenanordnung Spitze-Spitze bei

¹³⁾ Siehe auch R. Strigel, Arch. Elektrotechn. 27 (1933) S. 377.

einem Elektrodenabstand von 1,1 mm, entsprechend einer statischen Durchbruchsspannung von 2,9 kV. Das Stoßverhältnis war 1,85. Als Ordinatenwert ist die jeweilige Anzahl n_i aller Versuche in logarithmischem Maßsystem aufgetragen, deren Entladeverzug größer ist, als der dazugehörigen Abszissenzeit entspricht. Die erhaltene Treppenkurve läßt sich entsprechend Gl. (2) mit hinreichender Genauigkeit durch eine Gerade mitteln.

b) Die Spannung und Polaritätsabhängigkeit des Entladeverzugs.

Abb. 8 zeigt die Abhängigkeit der mittleren statistischen Streuzeit σ für die Elektrodenanordnungen Kugel-Kugel, Spitze-Spitze, Anodenspitze-Kathodenkugel, Anodenkugel-Kathodenspitze vom Stoßverhältnis. Aus dem Vergleich der Meßkurven lassen sich die folgenden Gesichtspunkte ableiten:

1. Hinsichtlich der räumlichen Gestalt der Kathode gilt: Elektrodenanordnungen, deren Kathode aus einer Spitze besteht, besitzen bei höheren Werten des Stoßverhältnisses eine geringere statistische Streuzeit als Anordnungen, bei denen die Kathode durch eine schwächer gekrümmte Elektrode gebildet wird.

2. Hinsichtlich der räumlichen Gestalt der Anode gilt: Bei niedrigeren Stoßverhältnissen besitzt diejenige Entladungsstrecke eine größere Streuzeit des Entladeverzugs, bei der die Anodenkrümmung stärker ausgeprägt ist.

Besteht die Kathode aus einer Kugelelektrode, so strebt die mittlere statistische Streuzeit σ ebenso wie im gleichförmigen Feld einem Endwert σ_0 zu. Daher können die Betrachtungen über die Elektronenauslösung im gleichförmigen Feld auf diese Anordnung des ungleichförmigen Feldes übertragen werden, wie die in Abb. 9 wiedergegebenen Versuchsergebnisse erkennen lassen. Dieses Bild zeigt die Abhängigkeit der mittleren statistischen Streuzeit σ vom Stoßverhältnis in der Elektrodenanordnung Anodenspitze - Kathodenkugel bei verschiedenen starker Bestrahlung der Kathodenkugel. Der Endwert σ_0 der Streuzeit ändert sich von $0,4 \mu s$ bei starker, über $1,5 \mu s$ bei schwacher Quarzlampebestrahlung auf $7 \mu s$ bei einer mittels eines Pappschirms abgeschirmten Entladungsstrecke.

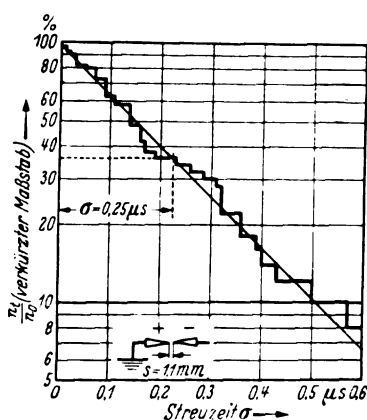


Abb. 7. Die Verteilungskurve der statistischen Streuzeit des Entladeverzugs bei der Elektrodenanordnung Spitze-Spitze. (Stoßverhältnis 1,85, Spitzenwinkel $\alpha = 15^\circ$.)

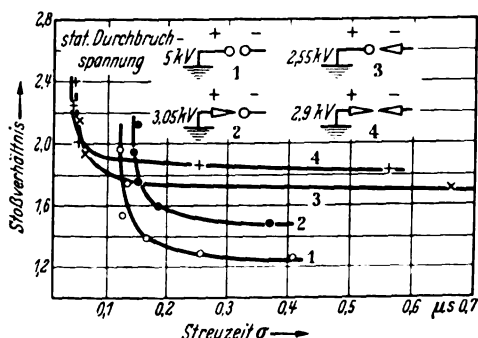


Abb. 8. Abhängigkeit der mittleren statistischen Streuzeit σ des Entladeverzugs vom Stoßverhältnis im ungleichförmigen Felde bei einer Schlagweite von 1,1 mm.

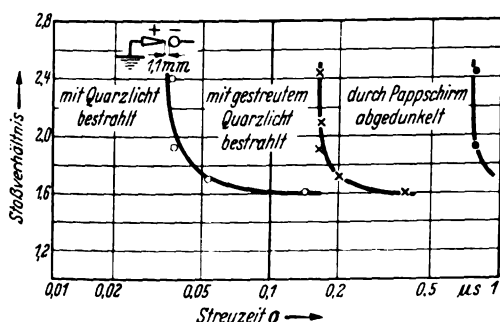


Abb. 9. Abhängigkeit der mittleren statistischen Streuzeit σ des Entladeverzugs vom Stoßverhältnis für die Elektrodenanordnung Anodenspitze-Kathodenkugel bei verschiedenen Bestrahlungsverhältnissen.

Jedoch ist für Anordnungen mit einer Kathodenspitze ein ganz anderer Elektronenauslösemechanismus anzunehmen, wie aus Abb. 10 zu erkennen ist. In diesem Bild ist die Abhängigkeit der statistischen Streuzeit σ für die Elektrodenanordnung Spitze-Spitze wiedergegeben unter denselben drei Beleuchtungsverhältnissen, die Abb. 9

zugrunde liegen. Die Bestimmung von σ ist unterhalb $50 ns$ sehr ungenau, da in diesem Bereich bei den verwendeten Meßverfahren der wahrscheinliche Fehler der Einzelmessung schon $20 ns$ beträgt¹⁴). In Abb. 10 sind diese Fehlergrenzen gestrichelt eingetragen. Unter Berücksichtigung dieser Fehlermöglichkeit kann man dann sagen, daß die statistische Streuzeit unabhängig von der Bestrahlung ist. Auch tritt bei dieser Elektrodenanordnung kein Endwert der Streuzeit auf, sondern diese nimmt mit höheren Werten des Stoßverhältnisses immer noch kleinere Werte an.

Als Ursache der Elektronenauslösung kann nur kalte Elektronenemission unter der Einwirkung der an den Kathoden eingreifenden hohen Feldstärke in Betracht kommen¹⁵). Die Emission ist proportional der Wurzel aus der Feldstärke und annähernd auch der Elektronen-

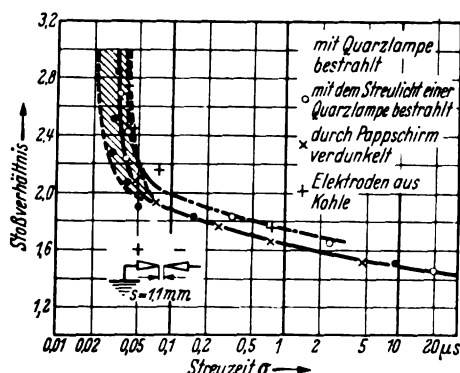


Abb. 10. Abhängigkeit der mittleren statistischen Streuzeit σ des Entladeverzugs vom Stoßverhältnis für die Elektrodenanordnung Spitze-Spitze bei verschiedener Quarzlampebestrahlung. (Elektrodenmaterial: Kupfer bzw. Kohle.)

austrittsarbeit. Außerdem nimmt sie merkliche Werte erst bei Feldstärken von $10^6 V/cm$ an. Man kann die Feldstärke an den verwendeten Spitzen auf etwa $0,8 \cdot 10^6 V/cm$ abschätzen¹⁶). Außerdem sind noch submikroskopische Unregelmäßigkeiten an den Spitzen vorhanden, die die Höchstwerte der Feldstärke noch etwa um eine Größenordnung heraufsetzen können, so daß die Voraussetzungen für kalte Elektronenemission aus der Kathode gegeben sind.

Die Versuche, die in Abb. 10 aufgezeichnet sind, zeigen auch eine gewisse Abhängigkeit von der Austrittsarbeit des Elektrodenmaterials. Bei Verwendung von Kohle als Elektrodenmaterial liegen die Meßpunkte durchweg etwas höher als diejenigen bei Verwendung von Kupferspitzen. Die Austrittsarbeit von Kohle beträgt unter der Annahme einer Gasbeladung auf ihrer Oberfläche etwa $4,3 eV$ gegenüber $3,8 eV$ bei Kupfer. Daß trotzdem dabei die Abhängigkeit von der Austrittsarbeit so gering erscheint, ist wohl auf die an Kohlekathoden viel ausgeprägteren submikroskopischen Unregelmäßigkeiten zurückzuführen, die so den Unterschied in der Austrittsarbeit wieder teilweise aufheben.

3. Der Einfluß der Statistik auf die Gesamtdauer des Entladeverzugs.

Die Aufbauzeit ist unter gegebenen Entladebedingungen eine feste Größe, die nur sehr wenig um einen Mittelwert schwankt. Sie stellt zugleich den Mindestwert dar, den der Entladeverzug annehmen kann. Die statistische Streuzeit dagegen ist eine Wahrscheinlichkeitsgröße, deren Dauer von den Bedingungen abhängt, unter

¹⁴) Siehe M. Steenbeck u. R. Strigel, Arch. Elektrotechn. 26 (1932) S. 831.

¹⁵) Siehe z. B. W. Schottky, Z. Phys. 14 (1923) S. 63 und R. H. Fowler u. R. Nordheim, Proc. roy. Soc., Lond. 119 (1928) S. 173.

¹⁶) Auf Grund von Messungen von A. P. Chattock u. A. M. Tynedale, Phil. Mag. VI, 20 (1910) S. 266.

denen Anfangselektronen der Entladung zur Verfügung gestellt werden. Sie ist einmal abhängig von der räumlichen Gestalt der Kathode, dann aber auch von der Art und Stärke kurzwelliger Strahlung in deren Umgebung.

So ist es z. B. möglich, durch großflächige Kathoden und starke Bestrahlung mit ultravioletttem Licht oder aber auch durch scharfe Kathodenspitzen, die eine hohe Elektronenemission unter Einwirkung des elektrischen Feldes zur Folge haben, die statistische Streuzeit unter 1 ns herabzudrücken, sie also gegenüber der Aufbauzeit, die untere Werte von 20 bis 30 ns erreicht, verschwindend klein zu machen. Andererseits aber kann bei kleinflächiger Kathode und völliger Strahlungsfreiheit in der Kathodengegend die statistische Streuzeit Werte von Minuten bzw. Stunden annehmen. Abb. 11 zeigt z. B. die Verteilungskurven des Entladeverzugs im gleichförmigen Feld, wie sie bei normalen Beleuchtungsverhältnissen und einer Schlagweite von 3 cm an Kupferkugeln von 12 cm Dmr. erhalten wurden. Als

Ordinatenwert ist die jeweilige Anzahl der Versuche n_t , bezogen auf die Gesamtzahl aller Versuche n_0 , in logarithmischem Maßsystem aufgetragen, die eine größere Verzögerungszeit ergeben haben als der dazugehörigen Abszissenzeit entspricht. Man erkennt, daß die Durchschläge erst nach einem eindeutig bestimmten Zeitverzug auftreten, und daß von diesem Zeitpunkt an die Anzahl der Versuche, die bei einem entsprechenden Abszissenwert noch nicht zum Durchschlag geführt haben, treppenförmig abnimmt. Die Treppenkurve kann durch eine Gerade gemittelt werden, die sich in Erweiterung von Gl. (2) darstellen läßt durch die Beziehung

$$n_t = n_0 \varepsilon^{-\frac{1}{\sigma}(t-\tau)}, \text{ wobei } t = \sigma. \quad (6)$$

τ ist dabei die Zeit, während der noch keine Durchschläge möglich sind, also die kürzestmögliche Aufbauzeit. σ ist die statistische Streuzeit. Die statistische Streuzeit beträgt oft nur einen Bruchteil der Aufbauzeit, und trotzdem kommt ihr noch eine erhebliche Wichtigkeit zu, wenn es sich darum handelt, zwei Entladungsstrecken so einzustellen, daß nur die eine der beiden anspricht. Sind zwei solche Entladungsanordnungen gegeben mit den Aufbauzeiten τ_1 und τ_2 und den mittleren statistischen Streuzeiten σ_1 und σ_2 , so kann leicht die Wahrscheinlichkeit berechnet werden¹⁷⁾, mit der ein Überschlag auch in der mit größerer Schlagweite eingestellten Entladungsstrecke erfolgt. Es wird die Wahrscheinlichkeit dW dafür, daß ein Überschlag im Zeitraum $(t + dt)$ in der zweiten Entladungsstrecke zuerst erfolgt ist,

$$dW = \frac{1}{\sigma_2} \varepsilon^{-\frac{t-\tau_2}{\sigma_2}} - \frac{1}{\sigma_1} \varepsilon^{-\frac{t-\tau_1}{\sigma_1}} dt \quad (7)$$

und damit die Gesamtwahrscheinlichkeit dafür, daß irgendein Überschlag in der zweiten Entladeanordnung früher erfolgt als in der ersten:

¹⁷⁾ R. Strigel, Wiss. Veröff. Siemens-Werk. 16 (1937) S. 38.

$$W = \frac{1}{\sigma_2} \varepsilon^{-\frac{\tau_1}{\sigma_1}} + \frac{\tau_2}{\sigma_1} \int_{\tau_1}^{\infty} \frac{1}{\varepsilon} - t \left(\frac{1}{\sigma_1} + \frac{1}{\sigma_2} \right) dt \quad (8)$$

$$= \frac{1}{\sigma_2} \varepsilon^{-\frac{\tau_1}{\sigma_1}} - \frac{\tau_2 - \tau_1}{\sigma_1} \varepsilon^{-\frac{\tau_1}{\sigma_1}}$$

In Abb. 12 ist die Aufbauzeit zweier Kugelfunkensrecken mit den Schlagweiten $s = 3,0$ cm und $s = 3,3$ cm abhängig von der Höhe der Stoßspannung aufgetragen.

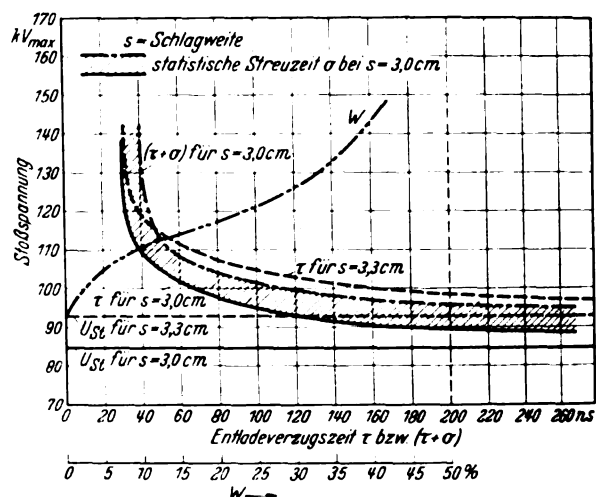


Abb. 12. Entladeverzug τ bzw. $(\tau + \sigma)$ und Wahrscheinlichkeit W des Ansprechens der weiter eingestellten von zwei Kugelfunkensrecken, deren Schlagweite um 10% auseinanderliegt.

Ferner ist für die Funkenstrecke mit $s = 3,0$ cm die statistische Streuzeit additiv zur Aufbauzeit eingezeichnet und der dadurch gegebene mittlere Streubereich durch Schraffierung hervorgehoben. Für diese beiden Funkenstrecken ist nach Gl. (8) die Wahrscheinlichkeit W berechnet, mit der die Funkenstrecke mit der größeren Schlagweite zuerst anspricht. W nimmt erst dann größere Werte an, wie auch entsprechende Versuche ergeben haben, wenn sich die Aufbauzeit ihrem Endwert nähert. Dann allerdings wird bei jedem dritten Stoßdurchschlag die weiter eingestellte Funkenstrecke zuerst ansprechen.

Zusammenfassung.

Bei rechteckigem Spannungsverlauf an einer Entladungsstrecke ist die Streuzeit des Entladeverzugs statistisch bestimmt. Im gleichförmigen Feld nähert sie sich mit zunehmender Überspannung einem unteren Endwert, der dann erreicht wird, wenn innerhalb der Streuzeit im Mittel gerade ein Elektron aus der Kathode lichtelektrisch ausgelöst wird. Die statistische Streuzeit wird somit abhängig von der Elektronenaustrittsarbeit des Kathodenmetalls und unabhängig von derjenigen des Anodenmetalls. Oberflächeneinflüsse, wie Fettschichten, Oxyd- oder Sulfidbildung, Alterung durch vorausgehende Überschlüsse oder Liegen an Luft, können die Streuzeit um eine bis mehrere Größenordnungen heraufsetzen.

Im ungleichförmigen Feld folgt bei ebener Kathode die Streuzeit den gleichen Gesetzen wie im gleichförmigen Feld, bei stark gekrümmten Kathoden werden die Anfangselektronen unter Einwirkung hoher Feldstärken aus der Kathode herausgerissen. Die Krümmung der anodischen Elektrode wirkt sich so aus, daß einer stärkeren Anodenkrümmung auch eine größere statistische Streuzeit entspricht.

Weiter wird das Zusammenwirken von Aufbauzeit und statistischer Streuzeit im Hinblick auf das Problem der Stoßsicherheit besprochen.

Das neue holländische Kraftwerk „Gelderland“.

Von J. J. Fels, Arnheim (Holland).

Übersicht. Zunächst wird nachgewiesen, daß der für das Kraftwerk gewählte Platz besonders geeignet ist. Sodann beschreibt der Aufsatz, in welcher Weise Druck und Temperatur sowie die Gesamtleistung des Kraftwerks bestimmt wurden. Weiter folgt eine Beschreibung des inneren und äußeren Aufbaues und eine nähere Erklärung über die Aufstellung der verschiedenen Haupt- und Hilfsmaschinen der mechanischen und elektrischen Ausrüstung.

Für das Kraftwerk Gelderland konnte ein Platz von etwa 18 ha freigemacht werden, der sehr günstig an dem südlichen Ufer des Waal an der Stelle liegt, wo der Maas-Waal-Kanal in den Fluß mündet. Dieser Platz bietet die Möglichkeit für den Bau eines Kraftwerks mit einer Leistung von 400 000 kW. Der heute ausgeführte Entwurf umfaßt einen Gebäudeteil, in dem 200 000 kW aufgestellt werden können (Abb. 1). Auf dem Grundstück ist also genügend Platz für den Bau eines zweiten Kraftwerks mit denselben Abmessungen und derselben Leistung, wie das jetzt gebaute, vorhanden. Im Hinblick auf den in den nächsten Jahren zu erwartenden Elektrizitätsverbrauch wurde beschlossen, sofort eine Leistung von rd. 100 000 kW einzubauen.

Die Lage des Kraftwerks an der Mündung des Maas-Waal-Kanals an dem Waal ist günstig sowohl in bezug auf Lieferung von genügend Kühlwasser als auch für die Anfuhr von Kohlen aus verschiedener Richtung auf dem Wasserwege.

Das Grundstück, das ursprünglich außerhalb der Deiche lag, ist durch Aufschüttung auf eine Höhe von 14,00 + N.A.P. (Normal Amsterdam Peil) gebracht, so daß es sogar bei dem höchsten bekannten Wasserstand (13,50 m + N.A.P.) vollständig wasserfrei bleibt. Die Fundierungen aller Gebäude, Maschinen und Schornsteine mußten auf Pfähle gesetzt werden.

Eine ausgedehnte Untersuchung nach der zukünftigen Entwicklung des Energieverbrauches in dem zu versorgenden Gebiet ist dem Entwurf vorangegangen. In Verbindung mit der Möglichkeit, später alle niederländischen Kraftwerke miteinander zu verbinden, war es erwünscht, das Kraftwerk so zu bauen, daß es sowohl wechselnde Belastungen des vorhandenen Netzes als auch die Grundlast in einem gekuppelten Netz aufnehmen kann.

Der innere Aufbau.

Über die Verwendung von Dampf mit hohem Druck bestand genügende Erfahrung, so daß in bezug auf die

Betriebssicherheit ein höherer Dampfdruck keine Schwierigkeiten verursachen konnte. Anders war es mit der Dampftemperatur. Hierbei lag die äußerste Grenze, bis zu der gegangen werden konnte, bei 450°. Bei höheren Temperaturen verfügte man noch nicht über genügende Erfahrung in bezug auf das Widerstandsvermögen der für Kessel, Turbinen, Rohrleitungen usw. erforderlichen Werkstoffe. Bei einer Temperatur von 450° für die Kessel mußte mit einer Temperatur von 440° bei den Maschinen gerechnet werden.

Wie aus dem IS-Schaubild ersichtlich, kann der Dampfdruck an der Turbine bei einer Temperatur von 440° nicht höher als 30 atü genommen werden, um zu vermeiden, daß der Feuchtigkeitsgehalt des Dampfes im Niederdruckteil der Turbine höher als 10 % wird, der äußersten Grenze, bis zu der wir ohne Zwischenüberhitzer gehen zu können glaubten. Hiermit lag aber ein Dampfdruck von 30 atü und eine Dampftemperatur von 440° an den Turbinen fest. Mit Rücksicht auf den Druckverlust in den Überhitzern und Dampfleitungen, wobei mit dem größten Abstand gerechnet werden mußte, der bei Vergrößerung der Kesselleistung in dem Kraftwerk erreicht

werden konnte, wurde der Abblasedruck der Kessel auf 39,5 atü festgesetzt.

Der äußere Aufbau.

Wahl der Hauptmaschinen- und Kesselleistung und Hilfsbetriebe.

Eine ausführliche Untersuchung nach der zweckmäßigsten Verteilung der zunächst auszubauenden 100 000 kW über mehrere Turbinen führte zu dem Entschluß, vier Turbinen mit je einer Leistung von 20/25 000 kW aufzustellen.

Ferner wurde untersucht, welche Antriebsart für die Hilfsbetriebe genommen werden sollte.

Zur Wahl standen:

1. Vollelektrischer Antrieb, wobei alle Hilfsmaschinen, auch die Kühlwasser- und Kesselspeisepumpen, elektrisch angetrieben werden, während Dampftrieb ausschließlich als Reserve und in Notfällen gebraucht wird.
2. Dampf-elektrischer Antrieb, wobei alle Maschinen elektrisch angetrieben werden, mit Ausnahme der Kühlwasser- und Kesselspeisepumpen, die als Antriebskraft Dampf haben.

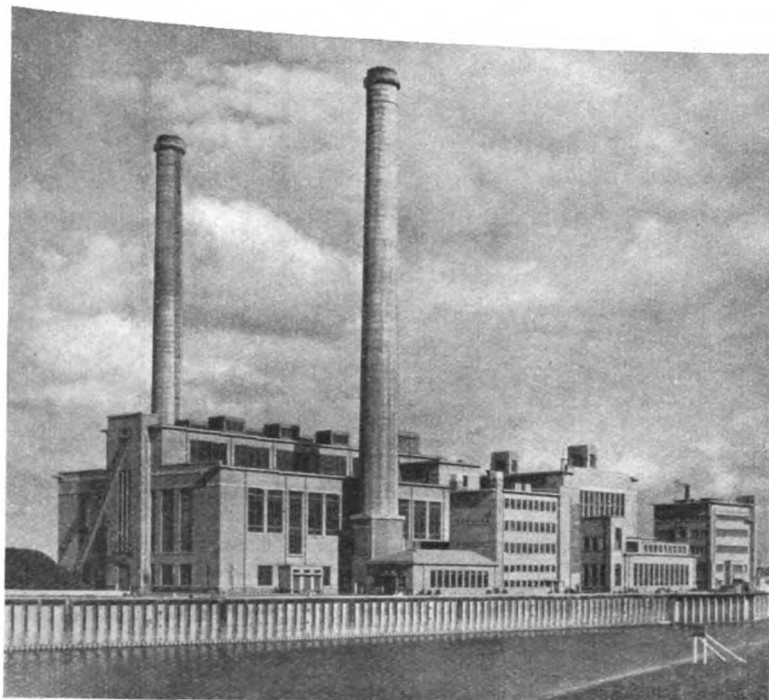


Abb. 1. Ansicht der Südwestseite des Kraftwerks.

3. Dampfantrieb, wobei alle Maschinen mit Dampf angetrieben werden, mit Ausnahme der Teile des Eigenbetriebs, die für den Hauptbetrieb entbehrlich sind.

Eine ausgedehnte Untersuchung mit ausführlichen Berechnungen über die Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Antriebsmöglichkeiten führte zu dem Entschluß, den voll-elektrischen Betrieb zu wählen und zwei Hausturbinen aufzustellen. Unter Berücksichtigung der Tatsache, daß etwa 4 bis 5 % der aufzustellenden Leistung für den Eigenbetrieb erforderlich sind, wurde die Größe der für den Eigenbetrieb arbeitenden beiden Turbinen zu je 4000 kW festgesetzt. Außerdem ist ein Umformer an das Hauptnetz angeschlossen, der bei Ausfall der Hausturbinen eingeschaltet wird.

Leistung von 20 m³/s berechnet sind, führen nach dem Filter- und Pumpengebäude, das sich an der Südseite des Maschinensaales befindet (Abb. 2).

Am Ende von je zwei Kanälen ist in diesem Gebäude ein umlaufendes Sieb aufgestellt. Das schmutzige Wasser wird zu beiden Seiten des sich drehenden Siebes zugeführt und an der Innenseite des Siebes nach dem Reinwasserkeller abgeführt. Der sich auf die Siebe absetzende Schmutz wird an der Oberseite mit Wasser unter Druck weggespritzt. Hierfür werden etwa 10 min innerhalb von 24 h benötigt.

Jede Maschine besitzt ihre eigene Kühlwasserpumpe, die Wassermenge von den Pumpen der Hauptmaschinen ist durch Verstellung der Schaufeln bei gleichbleibender

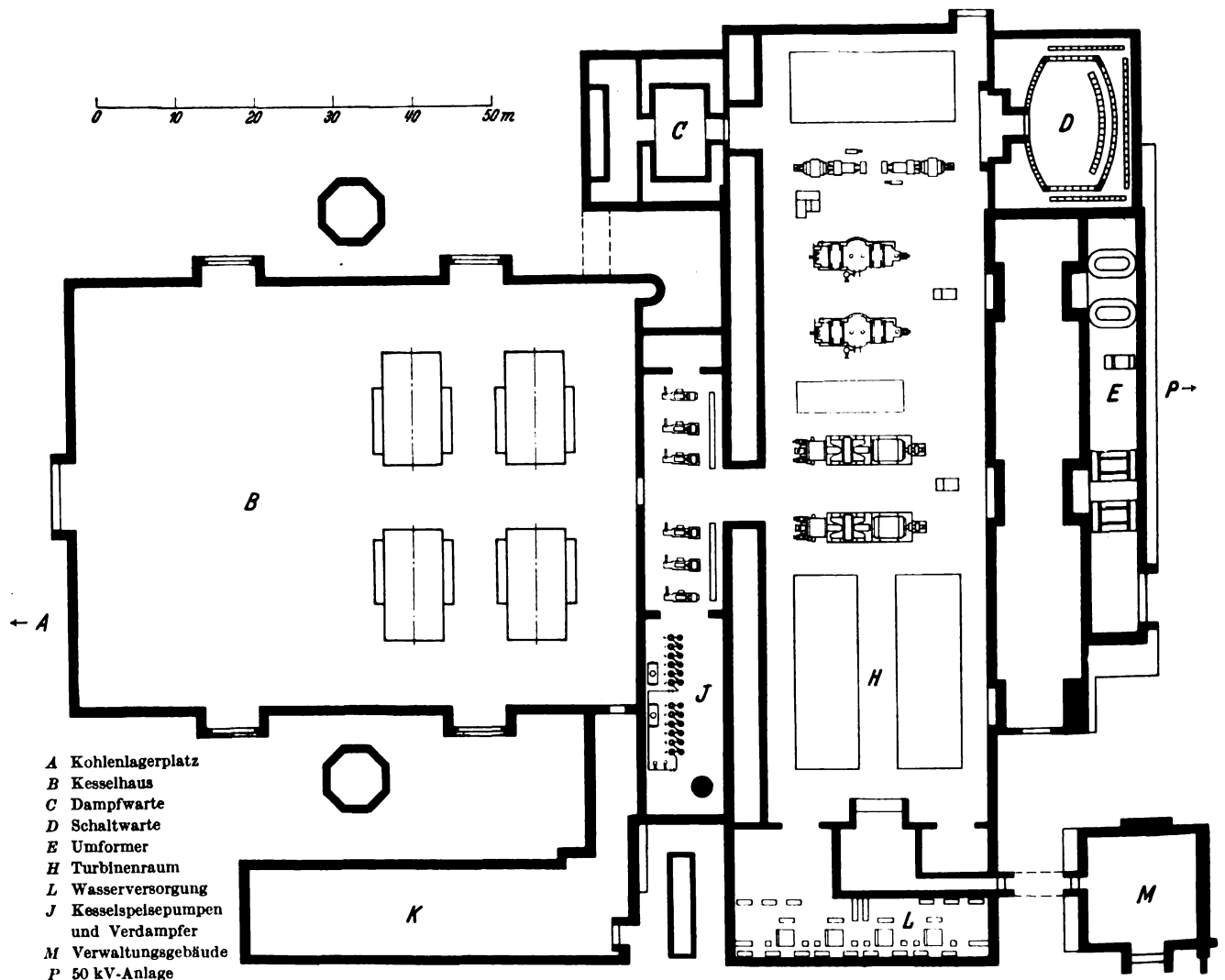


Abb. 2. Grundriß Maschinensaal und Filterhaus

Bei der Bestimmung der Kesselleistung wurde von dem Standpunkt ausgegangen, daß ein Kessel imstande sein muß, Dampf für eine vollbelastete Hauptturbine und für den dazugehörigen Eigenbetrieb zu liefern. Es wurden vier Kessel aufgestellt, je mit einer Normalleistung von 85 t/h und einer zeitlichen Höchstleistung von 120 t/h.

Kühlwasserversorgung.

Mit Rücksicht auf die Tatsache, daß der Waal insbesondere bei hohem Wasserstand viel Sand und Schmutz mit sich führt, wird das Kühlwasser für die Maschinen dem Hafen entnommen und nach dem Waal zurückgeführt, wobei die Möglichkeit besteht, im Winter das Wasser in den Hafen laufen zu lassen, um Einfrieren zu vermeiden. Die Kanäle für die Kühlwasserzuführung, die für eine

Umdrehungszahl der Pumpen regelbar. Die Druckleitungen der Kühlwasserpumpen sind nicht miteinander verbunden, um eine größere Zahl von Absperrschiebern großer Abmessungen zu vermeiden.

Insgesamt sind in dem Pumpengebäude aufgestellt:

- 4 regelbare Kühlwasserpumpen für die Hauptmaschinen mit einer Leistung von je 5300 m³/h;
- 2 Kühlwasserpumpen für die Hausmaschinen;
- 4 senkrechte Wasserpumpen mit einer Leistung von 250 m³/h bei 60 m Wasserdruck für die Hauswasserversorgung;
- 2 senkrechte Wasserpumpen mit einer Leistung von 200 m³/h bei 90 m Wasserdruck für die Aschenbeförderung.

Kohlen- und Aschenförderung.

Obwohl es möglich ist, dem Grundstück einen Bahnanschluß zu geben, ist hiervon vorläufig abgesehen, so daß alle Kohlen durch Schiff zugeführt werden. Mit Hilfe von zwei Greifern werden die Kohlen aus dem Schiff in zwei verschiebbaren Brücken gelöscht, eine Fördereinrichtung bringt die Kohlen auf das Grundstück. Mit Hilfe eines Drehkranes, der auf jeder der verschiebbaren Brücken aufgestellt ist, können die Kohlen von dem Lagerplatz mittels einer Fördereinrichtung unter einem Winkel von 70° oben in das Kesselhaus eingebracht werden. Im Kesselhaus befinden sich eiserne Behälter mit einem Fassungsvermögen von 200 t je Kessel. Die Leistung der Kohlenfördereinrichtung beträgt 100 t/h mit 100 % Reserve.

Die an der Rückseite der Roste von je zwei Kesseln in die Aschentrichter fallende Asche und Schlacken werden mit Hilfe einer hydraulischen Aschefördereinrichtung, zwei senkrechten Aschepumpen, nach einer großen Bodensenke westlich von dem Kohlenlagerplatz gebracht.

Kesselhaus.

Im Kesselhaus, das mit der Längsachse senkrecht auf der Längsachse des Maschinensaales steht, ist Platz für Aufstellung von zwei Reihen von je vier Kesseln, jeder Kessel mit einer Leistung von normal 85 t/h, Höchstleistung 120 t/h. Aufgestellt sind bis jetzt zweimal zwei einander gleiche Babcock & Wilcox-Kessel für einen Dampfdruck von 39,5 atü und eine Dampftemperatur von 450° .

Die Kessel haben die sog. Doppelbank-Ausführung und besitzen je eine Heizfläche von 1740 m². Sie besitzen Bailey-Wände mit einer Heizfläche von 200 m², einen Überhitzer von 860 m² Heizfläche, einen Vorwärmer von 990 m² und zwei Lufterhitzer mit einer Gesamtheizfläche von 1130 m². Jeder Kessel besitzt zwei Unterwindluffer, zwei Saugzugluffer und zwei Zweitluftluffer. Alle Lüfter, mit Ausnahme derjenigen für die Zweitluft, werden durch Niederspannungsmotoren mit zwei Geschwindigkeitsstufen angetrieben.

Um die angewandte hohe Dampftemperatur genügend beherrschen zu können, ist zwecks besserer Temperaturregelung der Überhitzer eines jeden Kessels geteilt. Nachdem der Dampf den ersten Überhitzer durchlaufen hat, wird er je nach Bedarf in zwei Dampfkühlern gekühlt. Diese Dampfkühler sind an den beiden Seiten der Kessel aufgestellt und sowohl mit der Wasserseite als mit der Dampfseite des Oberkessels verbunden.

Jeder Kessel besitzt zwei Zonenroste mit einer Gesamtfläche von 61 m² ($2 \times 4,1 \times 7,3$ m). Die Roste sind mit sechs Zonen für die Zuführung von erwärmter Luft unter dem Rost ausgeführt. Die Temperatur dieser Luft, die aus den Lufterhitzern kommt, beträgt etwa 150° .

Jeder Kessel besitzt eine Flugaschen-Fanganlage, die aus zwei Trockenfängern besteht, die mit den Saugzugluffern zusammengebaut sind. Die Flugasche aus diesen Flugaschenfängern und die Flugasche aus den Schornsteinen wird mit Hilfe von Wasserejektoren der Aschenfördereinrichtung zugeleitet. Eine sehr große Entnahmeeinrichtung der Flugasche oben im Kessel und im Vorwärmer ist vorhanden, diese Flugasche wird jedoch wieder auf dem Rost verfeuert.

Alle Kesseleinzelteile können mit Hilfe von Luftdruck fernbedient werden, wobei es möglich ist, mittels dieser Einrichtung und mit Hilfe einer sehr empfindlichen Druckmessung die Kessel vollständig selbsttätig zu feuern.

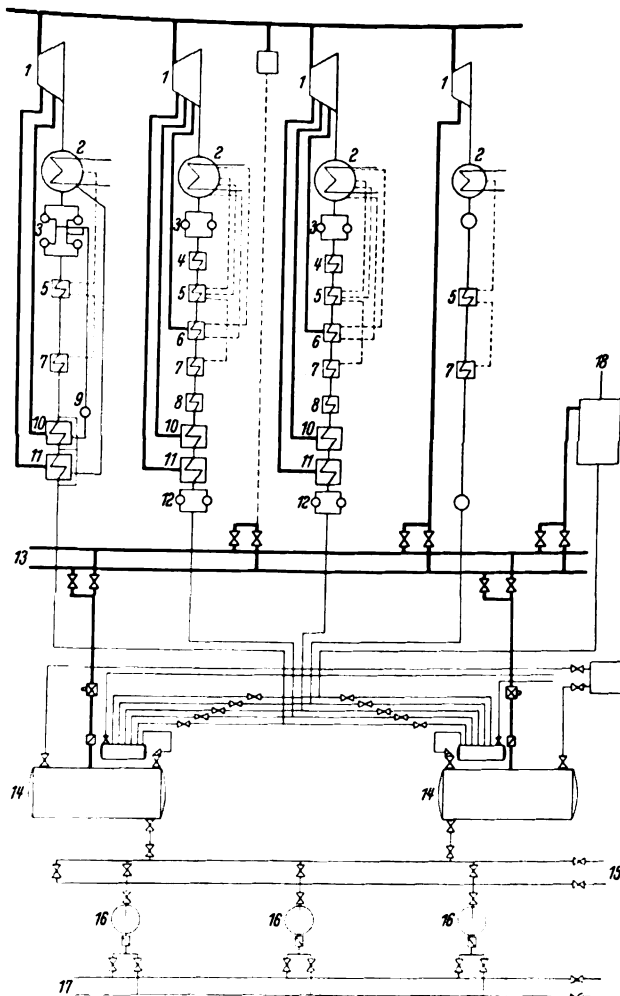
Bei jedem Kessel befindet sich eine Bedienungstafel, auf der ausschließlich die Geräte angebracht sind, die der Heizer unmittelbar nötig hat. Auf derselben Schalttafel sind außerdem alle für die Fernbedienung und für die selbsttätige Feuerung der Kessel erforderlichen Geräte vorhanden.

Bei den Gewährleistungs-Untersuchungen hat sich gezeigt, daß die Kessel vollständig den gestellten Bedingun-

gen genügen, der Wirkungsgrad bleibt, insbesondere bei niedrigen Belastungen, nicht unbedeutend über dem gewährleisteten Wert. Bei der Verfeuerung von Fettkohlen für verschiedene Belastungen wird der Wirkungsgrad durch eine fast waagerechte Linie, die dicht bei 90 % liegt, dargestellt.

Kesselspeisung.

Das Kondensat der Maschinen wird, nachdem es mit Hilfe von Anzapfdampf, der an zwei Stellen den Hauptturbinen entnommen wird, bis höchstens 122° bei voller Belastung der Maschine erwärmt ist, nach vier Hochdruck-



- | | |
|------------------------------|-----------------------------|
| 1 Turbine | 10 Niederdruck-Vorwärmer |
| 2 Kondensator | 11 Hochdruck-Vorwärmer |
| 3 Kondensatpumpen | 12 Anfahrpumpen |
| 4 Ölkühler | 13 5. Sta. Sammelleitung |
| 5 Niederdruck-Ejektor | 14 Hochdruck-Mischvorwärmer |
| 6 Hilfskondensator | 15 Ringleitung |
| 7 Hochdruck-Ejektor | 16 Spelsepumpen |
| 8 Undichtigkeits-Kondensator | 17 Spelseleitung |
| 9 Hilfspumpe | 18 Verdampfer |

Abb. 3. Wärmebild.

vorwärmen geführt, jeder mit einer Nutzleistung von 150 t Wasser (s. Wärmebild, Abb. 3). In diesen Hochdruck-Vorwärmern, die gleichzeitig für die Entlüftung des Kondensats dienen, wird letzteres auf eine gleichmäßige Temperatur von 150° gehalten. Der hierzu erforderliche Dampf wird unter gleichbleibendem Druck von den Eigenbetriebsmaschinen angezapft. Bei ungenügender Dampfmenge dieser Maschinen kann geminderter Frischdampf zugeführt werden. Sowohl der Anzapfdampf als der geminderte Dampf werden mittels Kühler (mit Hilfe von Kondensat) erforderlichenfalls auf 245° gekühlt. Von den Hochdruck-Vorwärmern (s. Abb. 3), die 12 m über den Kesselspeisepumpen angeordnet sind, wird das Wasser nach diesen Pumpen gebracht und in die

Kessel gedrückt. Es sind fünf Kesselspeisepumpen aufgestellt, und zwar zwei für 100 t/h und drei für 200 t/h. Jede Pumpe wird durch einen Hochspannungsmotor (6 kV) und durch eine Dampfturbine angetrieben. Normal werden die Pumpen elektrisch angetrieben. Fällt die Spannung fort, sinkt die Zahl der Umdrehungen und damit der Wasserdruck, worauf die Pumpe selbsttätig auf Dampf umgestellt wird. Sowohl die Hochdruck-Vorwärmer als die Kesselspeisepumpen sind in dem Gebäude untergebracht, das zwischen dem Maschinensaal und dem Kesselhaus liegt (Abb. 2). In diesem sind gleichzeitig eine chemische Wasserreinigungsanlage und zwei sechsfache Verdampfer, jeder mit einer Leistung von 10 t Destillat je Stunde aufgestellt. Für das Verdampfen des Wassers wird Anzapfdampf der Hausturbinen benutzt.

In dem unteren Stockwerk des Speisehauses sind die Dampfsammler untergebracht. Diese Haupt-Dampfsammelleitungen bestehen aus vier völlig aus einem Stück geschmiedeten und gedrehten Dampffässern von Molybdänstahl, jedes mit einem inneren Durchmesser von 45 cm und einer Länge von 7,50 m. Gleichzeitig sind zwei Dampffässer miteinander durch eine 350 mm-Sammelleitung verbunden.

Turbogeneratoren.

Im Maschinensaal sind aufgestellt:

1. Zwei Ljungström-Turbinen mit Doppelgeneratoren 10 500 V bei 3000 U/min, mit einer Leistung von je 20 000 bis 25 000 kW, mit je doppeltem Kondensator und mit je zwei Kondensat- und zwei Anfahrpumpen.

Neben dem Kondensator sind die erforderlichen Vorwärmer für die Erwärmung des Kondensats mit Hilfe von Anzapfdampf aufgestellt.

2. Zwei Turbinen mit Generatoren 10 500 V, mit einer Leistung von je 20 000 bis 25 000 kW, mit je einem Kondensator. Auch hier sind bei dem Kondensator die Vorwärmer für die Erwärmung des Kondensats mittels Anzapfdampfes aufgestellt.

Diese beiden Turbinen wurden zum größten Teil aus dem alten Kraftwerk in das neue übergebracht. Von diesen beiden Maschinen wurden die Turbinen in Übereinstimmung mit den heute zu stellenden technischen Forderungen durch neue ersetzt.

3. Zwei Turbinen für den Eigenbetrieb, mit einer Leistung von je 4000 kW, mit Generatoren für 6 kV, als Kondensationsturbinen ausgeführt, jedoch mit einer Dampfanzapfung bei gleichbleibendem Druck (4 atü).

Die Pumpen für die großen Turbinen sind für eine Wassermenge von 5300 m³/h berechnet, sie sind bei gleicher Umlaufzahl von 1800 bis 5300 m³ regelbar. Sie werden durch senkrechte 6 kV-Hochspannungsmotoren angetrieben. Alle übrigen im Pumpenhaus aufgestellten senkrechten Pumpen haben senkrechte Niederspannungsmotoren.

Eigenbetrieb.

Der Strom für den Eigenbedarf wird von Turbinen mit einer Spannung von 6 kV erzeugt. Als Ersatz für diese Hausturbinen ist ein Umformer von 5000 kVA, 50/6 kV aufgestellt, der bei Fortfall der Spannung der Hausmaschine selbsttätig den eigenen Betrieb übernimmt (Abb. 4). Alle Motoren über 100 PS sind als Hochspannungsmotoren (6 kV), alle übrigen als Niederspannungsmotoren (380 V) ausgeführt.

Der Strom von den Hausturbinen und dem Hausumformer wird einem Doppel-Sammelschienensystem zugeführt. Von diesem System werden die Umformer und Hochspannungsmotoren unmittelbar gespeist. Insgesamt sind 9 Hochspannungsmotoren, 14 Umformer 6000/380 V von 500 kVA und 3 Umformer 6000/380/220 V von 300 kVA für die Beleuchtung aufgestellt. Die Kraftanlage wird durch vier Umformerstationen versorgt, je mit drei Umformern von 500 kVA und eine mit zwei Umformern. Jede Gruppe von zwei Kesseln wird durch eine Umformergruppe gespeist. Ebenso werden alle Motoren im Maschinensaal, alle Motoren im Pumpengebäude und alle Motoren der

Kohlenfördereinrichtung nach dieser Einteilung gruppenweise durch eine Umformerstation mit Strom versorgt. Die Einrichtung ist so getroffen, daß niemals zwei Umformer an die Niederspannungsseite gekuppelt werden, so daß bei einem Kurzschluß im Niederspannungsnetz die Kurzschlußleistung auf einen Umformer beschränkt bleibt. Da für jeden Kessel und Maschine die Lüfter und Pumpen doppelt ausgeführt sind, wird in jeder Umformerstation eine Hälfte der Motoren durch einen Umformer und die zweite Hälfte durch einen zweiten Umformer gespeist. Durch Ausfall eines Umformers wird also nur die Hälfte einer Maschinen- oder Kesselgruppe spannungslos, und es ist möglich, durch eine einzige Schaltung den Ersatzumformer auf den spannungslosen Teil zu schalten.

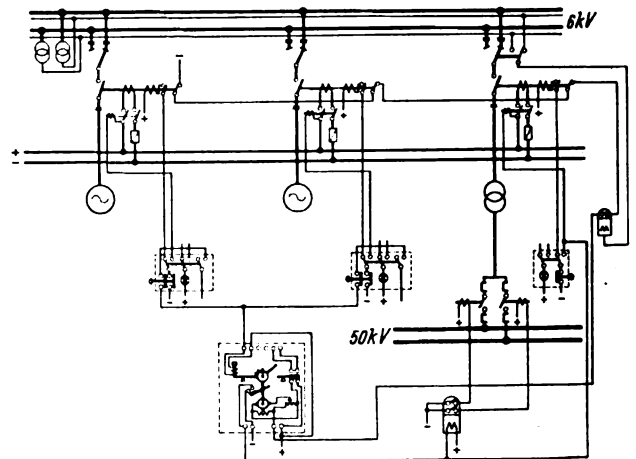


Abb. 4. Bild der Umschaltvorrichtung Eigenbetrieb auf Hauptbetrieb.

Der für die Bedienung aller Geräte und für Messung erforderliche Gleichstrom wird durch Sammler (110 und 24 V) geliefert, während für die Notbeleuchtung eine 110 V-Batterie von 800 Ah mit dreistündiger Entladung aufgestellt ist.

50 kV - Anlage.

Die Hauptgeneratoren liefern den Strom mit einer Spannung von 10,5 kV. Jeder Generator ist mittels blanker Kupferschienen mit einem Umformer von 28 000 kVA, 10,5/52,5 kV verbunden. Die Luft zur Kühlung wird unter den Umformer geführt und durch hohe, gegen den Giebel des Maschinensaales gebaute Luftschächte wieder abgelassen. Mittels Stellklappen kann die Luftzuführung unterbrochen werden. Bei Brandgefahr erfolgt dies selbsttätig durch Kohlensäuredruck, wobei der Umformerraum zur Löschung des Brandes mit Kohlensäure gefüllt wird.

An der 50 kV-Seite ist jeder Umformer mittels eines dreiphasigen 50 kV-Kabels mit der 50 kV-Station verbunden, die als Freiluftstation ausgeführt ist. Sie besitzt ein Doppelschienensystem und für jedes Kabelfeld zwei dreipolige Ölschalter. Jeder dreipolige Ölschalter mit einer Abschaltleistung von 1500 MVA besteht aus drei miteinander verbundenen Einphasenschaltern.

Jedes Schienensystem ist über Trennschalter und Ölschalter mit einem Endverschluß eines Kabels verbunden. Die Bedienung aller Öl- und Trennschalter erfolgt mit Hilfe von Druckluft von der Schaltwarte aus.

Schaltwarte.

Die Schaltwarte grenzt an der Ostseite an den Maschinensaal (Abb. 2). Von hier aus werden alle Generatoren bedient, die 50 kV-Station und die Umformer für den Eigenbetrieb. In der Schaltwarte sind hinter den Wandtafeln Tirrill-Spannungsregler für die Generatoren aufgestellt, während außerdem hier die Geräte zum Schutze der Generatoren und der von der 50 kV-Anlage ausgehenden Leitungen untergebracht sind.

Dampfwarte.

In diesem Saal sind Meß- und Überwachungsgeräte für die Wärmebilanz untergebracht.

Messen der Überwachungsströme in den Fahrschienen eines Streckenblocks.

Von Walter Langhein VDE, Potsdam.

Übersicht. Ein einfaches, für den praktischen Betrieb geeignetes Verfahren zum Messen von Überwachungsströmen in den Fahrschienen wird beschrieben, das vor allem den Zweck hat, die Fehlersuche in Schienenstromkreisen zu erleichtern und ein Bild über deren Zustand zu geben. Anschließend werden einige Meßergebnisse mitgeteilt, von denen insbesondere die Ergebnisse über die Stromverteilung auf die einzelnen Zugachsen im Falle des Gleisstromkurzschlusses von Interesse sind.

Der Streckenblock.

Die Grundlage des selbsttätigen Streckenblocks bildet der Gleisstromkreis, das sicherste Mittel zur Streckenüberwachung. Die auf Holzschwellen verlegten Gleise aufeinanderfolgender Blockstrecken sind durch nichtleitende Schienenstöbe („Isolierstöbe“) voneinander getrennt. Innerhalb einer durch vier Isolierstöbe begrenzten Blockstrecke wird ein Gleisstromkreis gebildet durch einen entgegen der Fahrtrichtung einspeisenden Transformator, die Fahrschienen als Hin- und Rückleitung, einen Abnahmetransformator am Anfang der Blockstrecke und das an diesen angeschlossene, bei freier Strecke angezogene Streckenüberwachungsrelais („Blockschalter“). Zur Vermeidung von Verlusten durch Querströme zwischen den Schienen wird durch den einspeisenden Transformator die Spannung herab- und bei der Abnahme wieder heraufgesetzt. Bei Einfahrt eines Zuges in die Blockstrecke wird der dem Überwachungsrelais zufließende Strom durch die Zugachsen kurzgeschlossen, das Relais fällt ab und stellt das Signal hinter dem Zug auf Halt. Durch einen Hilfsstromkreis wird erreicht, daß dieses Signal erst dann wieder auf Fahrt gehen kann, wenn das nächstfolgende in die Haltstellung gegangen ist. Zur Fortleitung der in den Schienen fließenden Triebströme sind gleisseitig die Wicklungen des Speisetransformators am Ende der einen und des Abnahmetransformators am Anfang der nächsten Blockstrecke mit untereinander verbundenen Mittelanzapfungen versehen. Die Triebströme durchfließen jeweils eine Wicklung gegensinnig und bleiben so ohne Wirkung auf den magnetischen Kreis jedes Transformators („Drosselstoß“).

Bei Gleichstrombahnen des Nahverkehrs setzt sich der vollselbsttätige Streckenblock mit wechselstromgespeisten Gleisstromkreisen in steigendem Maße durch. Die Voraussetzung für das störungsfreie Arbeiten dieser Anlagen ist der einwandfreie Zustand der Gleisstromkreise. Die meßtechnische Überwachung dieses Zustandes ist nun erfahrungsgemäß — insbesondere bei Strecken mit sand- oder kieshaltiger Beschotterung oder Gleisen, die mit ihren Holzschwellen auf Eisenkonstruktionen verlegt sind — nicht ganz einfach. Andererseits muß aber vor allem auf Linien mit dichter Zugfolge ein Fehler in der Signalanlage in kürzester Zeit behoben sein. Im Gleisstromkreis sind zwar die stromgebenden und stromaufnehmenden Geräte, also Speisetransformator und speisender Drosselstoß sowie Abnahmedrosselstoß, Anpassungstransformator und Blockschalter, der Messung gut zugänglich, nicht dagegen der Teil der isolierten Strecke, der der Hin- und Rückleitung der Überwachungswechselströme dient und auf den es bei der Störungssuche in den oben angegebenen Fällen vor allem ankommt. Zur Fehlerortung stand bisher neben Gefühl und Erfahrung nur die Spannungsmessung zur Verfügung, wobei auch diese nicht immer richtige Werte lieferte, da mit einem Spannungsmesser üblicher Ausführung immer ein etwa zwischen den Schienen vorhandener Gleichspannungsanteil mitgemessen wird. Eine solche Gleichspannung zwischen den beiden Schienen eines Gleises tritt z. B. bei einseitig fehlerhaften Schienenstöben oder auch schadhafte Verbindern zwischen Schiene und Drosselstoß auf.

Es liegt daher im Interesse des praktischen Betriebes, die Gleisstromspannungsmessung durch eine Strommessung zu ergänzen bzw. zu ersetzen. Über die Aufgabe der reinen Fehlerortung hinaus, d. h. der Festlegung von „Leckstellen“ zwischen den Schienen, kann jedoch eine einfach durchzuführende Strommessung Auskunft über weitere, in den Rahmen dieses Gebietes fallende Fragen geben. Dies sind:

1. Beurteilung der Güte einer isolierten Strecke durch Aufnahme der Kurve $I = f(s)$ sowie Ermittlung der Bettungsverluste $N_v = (i_a - i_e)^2 R_b$. Hierin bedeuten N_v die Verlustleistung, i_a und i_e den Strom am Anfang bzw. am Ende der isolierten Strecke und R_b den Bettungswiderstand.
2. Nachprüfung des Übergangswiderstandes von Isolierstöben.
3. Verhältnis der Gleisströme bei besetztem i_k und unbesetztem i_0 Gleis (i_0/i_k) bei verschiedenen Entfernungen vom Abnahmedrosselstoß.
4. Untersuchung der Kurzschlußbedingungen, insbesondere bei wenig befahrenen rostigen Gleisen und kleiner Achsenzahl.

Zur Klärung dieser Fragen wurde von Langhein und Heitmann im Betriebe der Hamburger Hochbahn das nachstehend beschriebene Verfahren entwickelt.

Das Meßverfahren.

Folgende Anforderungen waren zu erfüllen:

1. Einfaches und schnelles Messen während des Betriebes.
2. Leichte Nacheichbarkeit des Meßgerätes.
3. Unabhängigkeit von der Netzspannung.
4. Meßbereich von 0,1 bis mindestens 60 A.
5. Messung auch beim Vorbeifahren eines Zuges.
6. Möglichst weitgehende Unabhängigkeit des Meßergebnisses von Änderungen des Triebstromes sowie von etwa vorhandenen Triebstromoberwellen.
7. Unabhängigkeit von elektromagnetischen oder elektrostatischen Fremdfeldern.

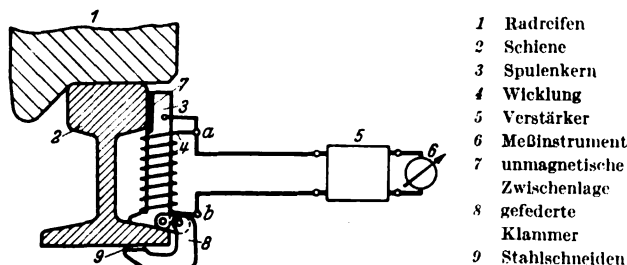


Abb. 1. Anordnung der Meßspule an der Fahrschiene.

Die hier gestellten Forderungen konnten nur durch ein Meßverfahren nach Art des Stromwandlers erfüllt werden, da es sich um die Messung verhältnismäßig hoher Ströme bei kleinsten Spannungen handelt.

Die Meßvorrichtung besteht aus einer an der Schiene angebrachten Empfangsspule und einem Anzeigegerät. Die Empfangsspule mußte so gestaltet sein, daß bei kleinsten Abmessungen ein möglichst großer Anteil des durch den Blockwechselstrom erzeugten magnetischen Wechselstromes durch ihren Kern hindurchtritt. Andererseits muß ihre Lage zu der Fahrschiene eindeutig festgelegt sein, damit das Meßergebnis wiederholbar ist.

Aus einem mit Gleichstrom aufgenommenen Kraftlinienbild um eine Fahrtschiene ging hervor, daß in der Nähe der Schiene ein starker Kraftlinienfluß vom Schienenkopf zum Schienenfuß oder umgekehrt verläuft. Hieraus ergibt sich als günstigste Lösung das Anbringen der Empfangsspule nach Abb. 1. In dieser Stellung dient die Fahrtschiene gleichzeitig gegenüber den im Bahnbetrieb häufigen Störfeldern als Nebenschluß geringeren magnetischen Widerstandes. Die in der Spulenwindung 4 in-

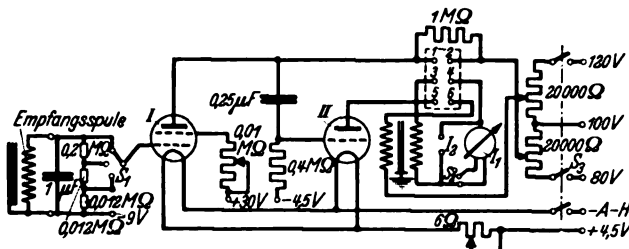


Abb. 2. Schaltung der Meßanordnung.

duzierte Spannung lag bei der verwendeten Meßspule (Spulenabmessungen 257 Ω, 28 000 Wdgn., Kernquerschnitt 5,3 cm²) in der Größenordnung von 0,01 bis 0,1 V, sie mußte infolgedessen durch die Verstärkeranordnung 5 erhöht werden. Abb. 2 zeigt die Schaltung des hierzu verwendeten zweistufigen Verstärkers. Die Ankopplung der Meßspule erfolgt über eine Widerstandsanordnung, von der zur Messung größerer Ströme über einen Umschalter S_1 zwei Teilspannungen abgegriffen werden können, die etwa $\frac{1}{10}$ bzw. $\frac{1}{20}$ der gesamten Eingangsspannung betragen. Da Heiz- und Anodenspannung aus Trockenbatterien geliefert werden, sind in beiden Stromkreisen Widerstände vorgesehen, mit denen sich das Absinken dieser Spannungen innerhalb gewisser Grenzen ausgleichen läßt. Die Konstanz der Röhrenemissionen wird durch das eingebaute Gleichrichtermessinstrument überwacht, was durch einen Umschalter mit drei Stellungen wahlweise in den Stromkreis der Röhre 1 oder 2 oder als Spannungsmesser auf den Verstärkerausgang geschaltet werden kann. Das Instrument hat zwei Spannungsmeßbereiche, was für manche Messungen von Vorteil ist. Die Umschaltung wird durch den Schalter S_2 vorgenommen, mit dem sich auch das eingebaute Instrument abschalten läßt. Es kann dann an die parallel liegenden Klemmen ein weiteres Instrument für die Messungen kleinster Stromstärken angeschlossen werden.

Wichtig für das richtige Arbeiten der Einrichtung ist eine verzerrungsfreie Verstärkung, da eine falsche Wiedergabe der Wechselstromkurve einen Formfaktorfehler des Gleichrichterinstruments zur Folge haben würde. Insbesondere ist es wichtig, daß die erste Röhre eine ausreichend hohe Gittervorspannung erhält, damit nicht hier entstehende Verzerrungen in der zweiten Röhre weiterverstärkt werden. Ändert man bei der Emissionsprüfung der Röhre 1 die Stellung des Schalters S_1 , so darf auf keinen Fall eine Änderung der Anzeige eintreten, da dies das Anzeichen für ein Fließen von Gitterstrom ist. Im übrigen ist das richtige Arbeiten des Verstärkers leicht daran zu erkennen, daß die Kurve $a = f(I_{\sim})$ eine Gerade ist, wie auch noch an anderer Stelle zu zeigen sein wird.

Eine Fälschung des Meßergebnisses tritt dann ein, wenn die Schienen oberwellenhaltigen Triebbrückstrom führen. Zur Vermeidung dieses Fehlers gibt es zwei Möglichkeiten:

1. Herabsetzung der Störspannung durch Resonanz.
2. Kompensation der Störspannung.

Zu 1: Nach Abb. 2 ist zu der Empfangsspule ein Kondensator parallel geschaltet, der mit der Induktivität der Empfangsspule dann einen Resonanzkreis für 50 Hz bildet, wenn diese an der Fahrtschiene angebracht ist. Durch

diese Maßnahme ist nach den vorgenommenen Versuchen eine ausreichende Herabsetzung der Störspannung erreichbar. Außerdem wird ohne Verwicklung des Meßverfahrens eine Erhöhung der Meßspannung erreicht, wodurch es gelang, noch Gleisströme unter 100 mA zu messen. Um eine Verschiebung des Resonanzpunktes durch Verschiedenheiten des Schienenbaustoffs (Verbundstahlschienen) und die hierdurch bedingte veränderte magnetische Leitfähigkeit auszuschneiden, wurde zwischen Spulenkern und Schiene ein Stück unmagnetischen Werkstoffs (7 in Abb. 1) gebracht. Hierdurch tritt zwar eine größere Streuung der Kraftlinien ein, dafür wird aber neben den oben erwähnten Einflüssen auch eine Fälschung des Meßergebnisses durch Ungleichheit der Schienenrostschicht weitgehend vermieden.

Zu 2: Nach Abb. 3 läßt sich eine von oberwellenhaltigem Triebbrückstrom herrührende Störspannung dadurch kompensieren, daß an der andern Fahrtschiene eine zweite Empfangsspule mit den gleichen elektrischen

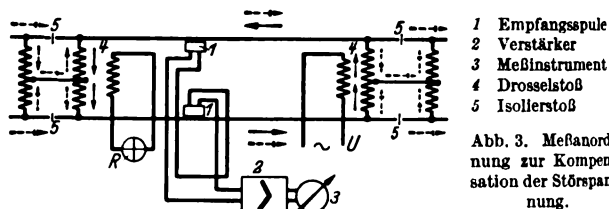


Abb. 3. Meßanordnung zur Kompensation der Störspannung.

Daten angebracht wird. Die Augenblicksrichtungen des Oberwellenstromes sind gestrichelt, die des Überwachungsstromes ausgezogen eingezeichnet. Bei richtiger Polung der hintereinandergeschalteten Empfangsspulen läßt sich also eine Auslöschung der Oberwellenspannungen erreichen, während die zu messende Spannung verdoppelt wird. Zur Messung des Überwachungsstromes in einschienig isolierten Strecken werden beide Spulen an die gegen Triebbrückstrom isolierte Schiene gelegt und eine Spule umgepolt. Sind die elektrischen Daten beider Spulen gleich, so darf vor dem Umpolen kein Ausschlag vorhanden sein.

Abb. 1 zeigt auch die Anbringung der Meßspule an der Fahrtschiene. Durch die unter Federspannung stehende Klammer 8 aus unmagnetischem Baustoff wird die Spule in ihrer Lage festgehalten, während durch die gehärteten Stahlschneiden 9 eine elektrisch leitende Verbindung zwischen Spulenkern und Fahrtschiene hergestellt wird. Der Spulenanschluß a ist mit dem Kern verbunden. Hierdurch werden statische Aufladungen am Gitter der Röhre 1 zur Fahrtschienenenerde abgeleitet.

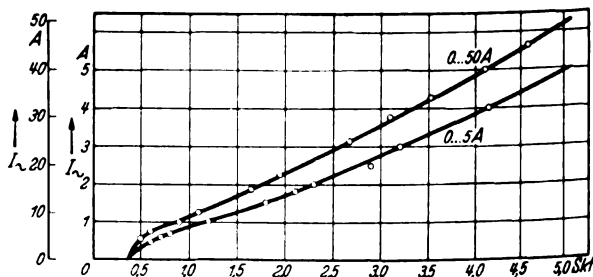


Abb. 4. Blockstrommeßgerät. Eichkurven mit eingebautem Instrument (mit Resonanzkondensator).

Die Eichung der Meßvorrichtung ist außerordentlich einfach. Im vorliegenden Fall wurde die Empfangsspule auf dem Prüfstand an einem 5 m langen Schienenstück geeicht. Durch richtige Bemessung der Eingangswiderstände konnte fast über den ganzen Bereich eine lineare Abhängigkeit des Instrumentenausschlags von dem durch die Schiene geschickten Strom $I_{\sim}$ erreicht werden (Abb. 4). Die Krümmung zu Anfang des Meßbereichs

ist bedingt durch die ungleichmäßige Skalenteilung des Instruments. Die Größe des Ausschlages wurde so gewählt, daß ein Skalenteil angenähert 1 bzw. 10 oder 20 A entspricht. Damit die Kurven für beide Meßbereiche infolge dieser Verhältnisse nicht zu dicht übereinander liegen, wurde für den Meßbereich 0 bis 50 A ein anderer Strommaßstab gewählt. Die der Stellung 3 des Umschalters S_1 entsprechende Kurve ist aus Übersichtlichkeitsgründen nicht mit eingezeichnet, zumal von dem hierzu gehörigen Meßbereich nur zur Messung des unmittelbar vor dem Überfahren des speisenden Drosselstoßes auftretenden Höchstwertes von I_k Gebrauch gemacht wird. Abb. 5 zeigt eine Eichkurve für den Meßbereich 0 bis 2 A.

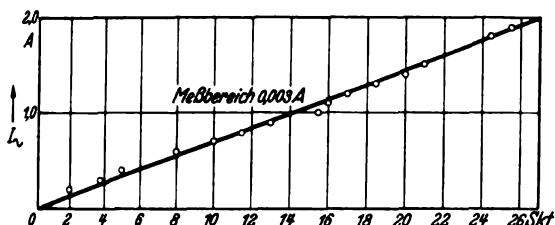


Abb. 5. Blockstrommeßgerät. Eichkurven mit Multizet-Instrument (mit Resonanzkondensator).

Meßergebnisse.

Es ist ziemlich belanglos, ob auf der Innen- oder Außenseite der Schiene gemessen wird. In der Praxis wird man aber immer die Außenseite wählen, da die Meßspule dann nicht durch die Spurkränze vorbeifahrender Züge beschädigt werden kann, ganz davon abgesehen, daß eine Messung an der Innenseite der Schiene nur dort möglich ist, wo keine Zwangsschiene angebracht ist. Eine merkliche Änderung des Meßergebnisses — hervorgerufen etwa durch Absaugen eines Teiles der magnetischen Kraftlinien durch die Zwangsschiene — konnte nicht beobachtet werden, dagegen wurde bei Regenwetter ein kleinerer Ausschlag an Gleisen mit Zwangsschiene festgestellt. Dies ist offenbar darauf zurückzuführen, daß auch die Zwangsschiene dann einen Teil des Stromes fortleitet.

Zur Ermittlung der Bettungsverluste wurden an mehreren isolierten Strecken Messungen vorgenommen derart, daß die Stromstärken in Entfernung von 50 zu 50 m vom gespeisten Drosselstoß gemessen wurden. Bei trockenem Wetter konnte hierbei, abgesehen von durch Spannungsschwankungen im Versorgungsnetz bedingte kleinere Stromänderungen (rd. 5 %), keinerlei Änderung des Gleisstromes über die ganze Länge der isolierten Strecke festgestellt werden, ganz gleichgültig, ob als Bettungsstoff Steinschlag oder sandhaltiger Flußkies diente. Dagegen konnte bei einer isolierten Strecke von 800 m Länge mit Flußkiesbeschotterung und durchschnittlich acht Jahre alten getränkten Kiefernschwelen nach leichtem Regen ein Bettungsverlust von 0,5 A gemessen werden. Abb. 6 zeigt den Stromverlauf für eine isolierte Strecke von 390 m Länge (Wetter trocken, Steinschlag-schotter, Schwellen Kiefer, getränkt, Alter sieben Jahre). I_0 gibt den Gleisstrom bei unbesetzter Strecke, I_k bei besetzter Strecke an. I_k wurde so gemessen, daß unmittelbar, bevor die erste Zugachse die Meßstelle überschritt, die Ablesung vorgenommen wurde. Der Kurve $I_k = f(s)$ liegt, wie deutlich ersichtlich, im wesentlichen die bekannte Widerstandshyperbel sowie die Streucharakteristik des Gleistransformators zugrunde. Die Abwärtskrümmung am Kurvenanfang (50 m) ist aus dem unvollständigen Kurzschluß des Überwachungsstromes bei Eintritt des Zuges in die Blockstrecke zu erklären. So befand sich bei Bestimmung des I_k -Wertes für den Punkt 0 erst eine Zugachse im isolierten Gleisabschnitt.

Als Schienenwiderstand ist bei der Betrachtung dieser Vorgänge nicht der ohmsche Widerstand, sondern nach einer Veröffentlichung von Meyer¹⁾ der durch Stromverdrängung gegenüber dem ohmschen Widerstand erhöhte Wirkwiderstand von 1,1 bis 1,15 Ω/km bei 50 Hz zugrunde zu legen.

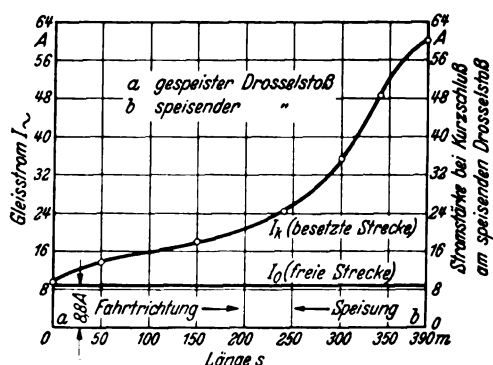


Abb. 6. Gleisströme I bei besetzter und freier Strecke.

Eine Vorbedingung für das richtige Arbeiten der selbsttätigen Signalanlage ist der vollständige Kurzschluß des Überwachungsstromes durch die Zugachsen. Hierbei interessieren vor allem zwei Fragen:

1. Durch welche Umstände kann eine sichere Kurzschlußgabe gefährdet werden?
2. Wie verteilt sich der Kurzschlußstrom auf die einzelnen Achsen?

Zu 1: Nach den Beobachtungen des Verfassers ist die sichere Kurzschlußgabe vor allen Dingen durch trockenen Rost auf der Schienenoberfläche in Frage gestellt. So konnte festgestellt werden, daß diejenigen Zugachsen, die sich auf dem stets rostigen letzten Abschnitt eines Abstellgleises (mit Speisung vom Prellblock aus) befanden, überhaupt keinen meßbaren Strom aufnahmen. In zweiter Linie ist für das Nichtabfallen des Überwachungsrelais zu geringer Achsdruck bei kleiner Achsenzahl verantwortlich zu machen. Erfahrungsgemäß kann ein Abstellgleis durch einen leichten Arbeitswagen (Achsdruck unter 2 t, zwei Achsen) besetzt sein, ohne daß das Überwachungsrelais abfällt. Hierbei ist allerdings zu bedenken, daß bei Arbeitswagen die Bandagen nicht so blank sind, wie dies bei Wagen mit häufig ansprechender Bremse der Fall ist.

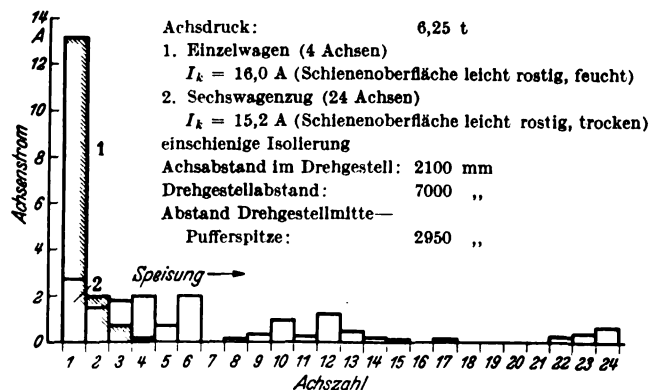


Abb. 7. Verteilung des Kurzschlußstromes I_k auf die einzelnen Achsen.

Zu 2: Rein theoretisch betrachtet sind die Übergangswiderstände sämtlicher Zugachsen parallel geschaltet, so daß sich der Kurzschlußstrom gleichmäßig auf alle Achsen verteilen müßte. Allenfalls wäre für die zuletzt vom Strom durchflossenen Achsen noch der Schienenwiderstand in Rechnung zu setzen. In Wirklichkeit liegen die Verhältnisse aber anders, wie Abb. 7 zeigt. Um zu

1) K. Meyer, Org. Fortsch. Eisenbahnw. 90 (1935) S. 386.

dieser Darstellung zu gelangen, wurde vor jeder Achse in möglichst großer Entfernung von den Eisenteilen des Fahrzeuges der Schienenstrom gemessen. Die Differenz des vor und hinter einer Achse gemessenen Stromes ergibt dann die Stromaufnahme der Achse. Die Meßreihen 1 und 2 wurden auf verschiedenen Strecken aufgenommen und zeigen folgendes:

- a) Die erste Achse hat die höchste Stromaufnahme, was besonders bei Meßreihe 1 gut ausgeprägt ist.
- b) Die Stromaufnahme der Achsen nimmt bei kleinen Achszahlen von der ersten zur letzten Achse schnell ab, bei großen Achszahlen langsam mit teils wieder ansteigender Stromaufnahme einzelner Achsen.
- c) Einige Achsen (7, 16, 18, 19, 20, 21) nehmen, offenbar infolge stärkerer Rost- oder Oxydbildung an der Schienenoberfläche, keinen meßbaren Strom auf.

Diese Tatsachen seien hier nur ohne den Versuch einer wissenschaftlichen Erklärung gebracht, der den Rahmen dieser Arbeit überschreiten würde.

Das Gerät eignet sich infolge seiner Empfindlichkeit und seines großen Meßbereiches auch für andere Aufgaben. Als Beispiel sei hier nur die Verwendungsmöglichkeit als Kabelsuchgerät, Indikator für symmetrische Belastung von Drehstromkabeln oder als Strommesser — auch für schwache Ströme — unter Verwendung besonders profilierter Empfangsspulen genannt.

Zusammenfassung.

Die Messung der Überwachungswechselströme in den Fahrstrassen eines Streckenblockes läßt sich nach dem Stromwandlergrundsatz vornehmen, wobei eine weitgehende Ausscheidung der Störeinflüsse erreicht wurde. Diese Störeinflüsse sind: Magnetische Fremdfelder, Verschiedenheit des Schienenwerkstoffes, schnelle Änderungen und Oberwelligkeit des Triebbrückstromes und statische Aufladungen des Meßgerätes. Neben Angabe der Verwendungsmöglichkeit des Gerätes für den Überwachungsdienst und die Störungssuche wurden die Leerlauf- und Kurzschlußkennlinien einer Blockstrecke gezeigt sowie die Stromverteilung auf die einzelnen Zugachsen im Kurzschlußfall. Wichtig ist hierbei, daß einzelne Zugachsen überhaupt keinen meßbaren Strom führen. Bei wenig befahrenen Strecken und leichten Fahrzeugen ist die sichere Kurzschlußgabe in Frage gestellt.

Aus dem Schrifttum:

1. V. S. Amerika. Pat. 1 908 297. Electrical Testing Apparatus.
2. Schweizer Pat. 48 025. Blocksignalanlage bei Eisenbahnen.
3. E. H. Sperry, Jahrbuch: Am. Iron and steel, New York 1928. Bericht: ETZ 51 (1930) S. 1531.
4. E. R. Benda, Wiss. Veröff. Siemens-Werk, 10 (1930) S. 91. Bericht: ETZ 52 (1931) S. 1449.
5. H. M. Trueblood u. G. Waschek, Electr. Engng. 52 (1933) S. 898. Bericht: ETZ 55 (1934) S. 1105.
6. K. Meyer, Das isolierte Gleis im selbsttätigen Streckenblock. Org. Fortsch. Eisenbahnw. 90 (1935) S. 386.

Entwicklung, Stand und Grenzen der Fernsehübertragung.

621. 397. 5

Die physikalischen Vorgänge beim Sehen, also die Ausbreitung elektromagnetischer Lichtwellen und ihre unmittelbare Verarbeitung im Auge, gestatten zwar die Aufnahme fernster Lichteindrücke, sind aber aus vielerlei Gründen für ein „Fernsehen“ im engeren Sinne ungeeignet. Das eigentliche „Fernsehen“ will vielmehr ein unter bestimmtem Gesichtswinkel aufgenommenes Gesichtsfeld bei einer unbeschränkten Zahl von fernem Sehern unter gleichem oder annähernd gleichem Gesichtswinkel nachbilden. Diese Form des Fernsehens, die also in der rundfunkmäßigen Verbreitung bestimmter Gesichtsfelder und ihrer gleichwertigen Aufnahme an beliebigem Empfangsort besteht, verlangt ein Ausbreitungsmittel, das überall in allen Richtungen, in Wohnräumen und Kellern und bei allen Witterungsumständen wahrgenommen werden kann. Diese Ausbreitungseigenschaften besitzen bis heute nur die elektromagnetischen Wellen längerer Wellenlänge, die sog. elektrischen Wellen. Die Notwendigkeit dieses Übertragungsmittels zwingt daher am Sendeort zu einer Transformation der Lichtwellen in elektrische Wellen und am Empfangsort wieder zu einer Rückwandlung in Lichtwellen. Bestimmend für die heutige Güte des Fernsehens¹⁾ sind die physikalischen Eigenschaften dieser elektrisch-optischen Wandler und der Stand der Übertragungstechnik durch elektrische Wellen. Die Technik ist nicht im entferntesten in der Lage, die natürlichen Vorgänge des Sehens nachzubilden, die in der gleichzeitigen Aufnahme unzähliger gleichwelliger Lichtschwingungen beruhen. Sie muß sich vielmehr eines Kunstgriffes bedienen, welchen ihr die Trägheit des Auges, d. h. die Nachwirkung des Lichtes auf der Netzhaut, gestattet. Dieser besteht darin, daß die den einzelnen Bildelementen (Bildpunkten) des Fernbildes entsprechenden Lichteindrücke nicht gleichzeitig, sondern innerhalb einer physiologisch bedingten Zeit nacheinander übertragen werden können.

Die für einen geschlossenen Gesicht- und Bewegungseindruck am Empfangsort erforderliche höchstzulässige Übertragungsdauer eines Bildes liegt in der Gegend von $\frac{1}{25}$ s. Die Notwendigkeit, die Gesamtheit aller Bildpunkte (das Bild) innerhalb $\frac{1}{25}$ s zu übertragen, ergibt eine sehr hohe Bildfrequenz, die um so größer wird, je höher die Anforderungen an die Bildschärfe gestellt werden, d. h. je feiner das Bild in Bildpunkte unterteilt wird. Die schwankende Helligkeit der einzelnen Bildpunkte wird in einer lichtelektrischen Zelle in schwankende telegraphische Signale umgesetzt. Die höchste

zu übertragende Frequenz ist $f = \frac{Q \cdot n}{2}$ und die niedrigste

Frequenz ist Null. (n Bildfolge je s, Q Bildpunktzahl). Die Entwicklung ging von $Q = 2000$ Bildpunkten und $n = 12,5$ aus, beträgt heute $Q = 40\,000$, $n = 25$, und für die Zukunft rechnet man mit $Q = 160\,000$, $n = 25$. Heute beträgt also die Bild-Frequenzbandbreite $5 \cdot 10^5$ Hz und in Zukunft etwa 2 MHz. Bei dieser Unterteilung des Fernbildes erreicht die Deutlichkeit der Wiedergabe zwar noch nicht die des heutigen Kinobildes, sie ist aber für eine 90prozentige Erkennbarkeit aller Einzelheiten ausreichend. Die gleichmäßige Übertragung eines so ausgedehnten Frequenzbandes zwingt zur Verwendung ultrakurzer Wellen. Bestens geeignet sind die Meterwellen um 7 m. Sie werden einerseits noch mit genügender Energie hergestellt, andererseits unterliegt ihre Ausbreitung noch nicht zu stark optischen Gesetzen. Sie ermöglichen an der Grenze unseres technischen Könnens bei Anwendung hochliegender Strahler die rundfunkmäßige Versorgung einer Zone um den Sender von 70 bis 100 km Durchmesser. Eine weitere Erhöhung der Bildunterteilung würde bei der notwendigen Verbreiterung des Frequenzbandes zu einer für die heutige Technik unerträglichen Steigerung der Senderleistung führen.

Die elektrisch-optischen Energiewandler beschränkten hauptsächlich wegen Unterschreitung der erforderlichen Mindesthelligkeit des Bildpunktes lange Zeit die Bildunterteilung. Heute sind sie allmählich auf einen so hohen Stand der Technik gebracht worden, daß durch sie am wenigsten eine Begrenzung der Bildschärfe zu befürchten ist. Auf der Sendeseite benutzt man heute zur Umwandlung von Lichtenergie in elektrische Energie statt der Einstufenphotozelle mehrstufige Photozellen mit Sekundäremissions-Vervielfachung und auf der Empfangsseite zur Rückwandlung der elektrischen Energie in Lichtenergie statt der Kerrzelle und der Glimmlampe die Braunsche Röhre. Den bedeutendsten Fortschritt stellt jedoch die Einführung elektrischer Bildfelderleger mit der Kathodenstrahl-Abtaströhre dar. Besonders durch das Ikonoskop von Zworykin wurde durch die Benutzung einer Lichtspeicherung zum erstenmal das unmittelbare Fernsehen mäßig beleuchteter Gegenstände bei hoher Bildpunktzahl möglich. Durch dieses Prinzip der Speicherung ist es gelungen, den Mindestbedarf an Lichtstärke so weit zu erniedrigen, daß heute alle diejenigen Szenen scharf ferngesehen werden können, deren Helligkeit für gewöhnliche photographische Aufnahmen völlig ausreicht. Damit steht im Ikonoskop und seinen weiteren Entwicklungsstufen ein Werkzeug zur Verfügung, das allen Anforderungen eines künftigen hochwertigen Fernsehens (Personen-, Freilicht-, Filmabtastungen usw.) gerecht zu werden vermag. Grs.

¹⁾ F. Schröter. Telefunkenztg. 18 (1937) Nr. 75, S. 5; 14 S., 16 Abb.

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 311—81 (7) **Ein neues amerikanisches Vorschalt-Kraftwerk.** — Im Jahre 1903 wurde in Chicago das erste Turbinenkraftwerk der Welt gebaut. Die erste Turbine in

10 stehende Turbinen von je 12 000 kW und 4 liegende mit Leistungen von 20 000 bis 35 000 kW.

Hiermit war die Ausbaufähigkeit seinerzeit erschöpft, da die zur Verfügung stehende Kühlwassermenge begrenzt war. Andere Kraftwerke wurden in Chicago gebaut. Schließlich wanderten die neuen Kraftwerke mit dem zunehmenden Leistungsbedarf immer weiter von Chicago weg, wobei sie immer wirtschaftlicher ausgestaltet wurden.

Mit dem Siegeszug der hohen Drücke und Temperaturen war es möglich, auch veraltete, schon aufgegebene und nur noch für Reserve- und Speichers Zwecke in Betrieb gehaltene Kraftwerke zu neuem Leben zu erwecken. Es wurde beschlossen, auch das Fisk Street-Kraftwerk, das sehr günstig im Verbrauchszentrum gelegen ist, neu auszubauen. Zunächst werden eine 30 000 kW Vorschaltturbine und 2 Kessel mit je 170 t/h Dampferzeugung bei 85 at, 485° C aufgestellt (Abb. 1). Die Turbine gibt ihren Dampf an vorhandene 25 000- und 35 000 kW-Turbinen ab, die mit 15,5 at, 280° C Dampf arbeiten. Während früher für jede 12 000 kW acht Dampfkessel benötigt wurden, versorgen jetzt 2 Kessel 3 Turbinen mit einer Gesamtleistung von 90 000 kW mit Dampf.

Es handelt sich hierbei um die erste neue Ausbaustufe des Kraftwerks. Bald wird eine zweite Vorschaltturbine folgen. Es ist beabsichtigt, die Gesamtleistung des Werkes auf rd. 430 000 kW zu erhöhen. Die Möglichkeit liegt in der Aufstellung weiterer Vorschaltturbosätze und in dem Austausch der überalterten Kondensationsturbosätze gegen neue hochwertigere und leistungsfähigere.

Man wird also später mit der gleichen Kühlwassermenge die Leistung um rd. 85% von 230 000 auf 430 000 kW erhöhen. Der Kohleverbrauch steigt unwesentlich, da der verhältnismäßig geringe Verbrauch von rd. 1100 kcal/kWh für die Vorschaltleistung durch den verbesserten Wirkungsgrad der neuen Dampfkessel aufgehoben werden kann. Es handelt sich hier also um einen typischen Fall sowohl für Amerika als auch für Deutschland, da in beiden Ländern in ähnlicher Weise überalterte Werke z. Z. durch Einbau einer Vorschaltstufe sowohl in der Leistungsfähigkeit wie in der Wirtschaftlichkeit bedeutend verbessert werden. Wesentlich ist, daß auch der gesamte bauliche Teil kaum beeinflußt wird, da es meistens gelingt, die neuen Kessel und Turbinen den vorhandenen Bauten anzupassen. Im vorliegenden Falle werden z. B. die Kessel für eine 12 000 kW-Turbine entfernt und an ihre Stelle die beiden Hochdruckkessel und die Vorschaltturbine einschließlich Speisepumpen usw. aufgestellt (Abb. 2). Lediglich das Kesselhausdach wird an einer Stelle etwas erhöht.

Der Einfluß der Vorschaltanlage auf den Brennstoffverbrauch ist erheblich. Die beiden Kondensationsturbinen, denen die Hochdruckturbine vorgeschaltet wird, haben einen spez. Wärmeverbrauch von 3150 kcal/kWh. Durch die Vorschaltung der Hochdruckstufe sinkt der spez. Wärmeverbrauch auf 2390 kcal/kWh. Bei Berücksichtigung des elektrischen Eigenbedarfs und der Kessel- und Betriebswirkungsgrade ist der spez. Wärmeverbrauch für die gesamte Anlage 3050 kcal/kWh. [Pwr. Plant (Engng.) 49 (1937) S. 576; 7 S., 8 Abb.]
K. Schr.

621. 315. 668. 1. 004. 5 **Konservieren hölzerner Leitungsmaste durch die Azetylen-Sauerstoff-Flamme.** — In Australien ist die Behandlung von hölzernen Leitungsmasten mit Hilfe der Azetylen-Sauerstoff-Flamme sehr verbreitet. Im Jahre 1932 sollen bereits über 150 000 Maste auf diese Weise behandelt worden sein. Seither ist dort das Verfahren

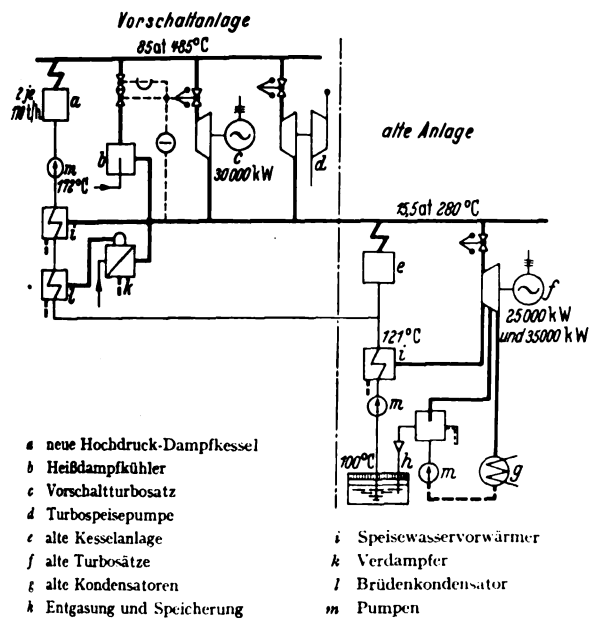


Abb. 1. Vereinfachtes Wärmeschaltbild „Fisk-Station“.

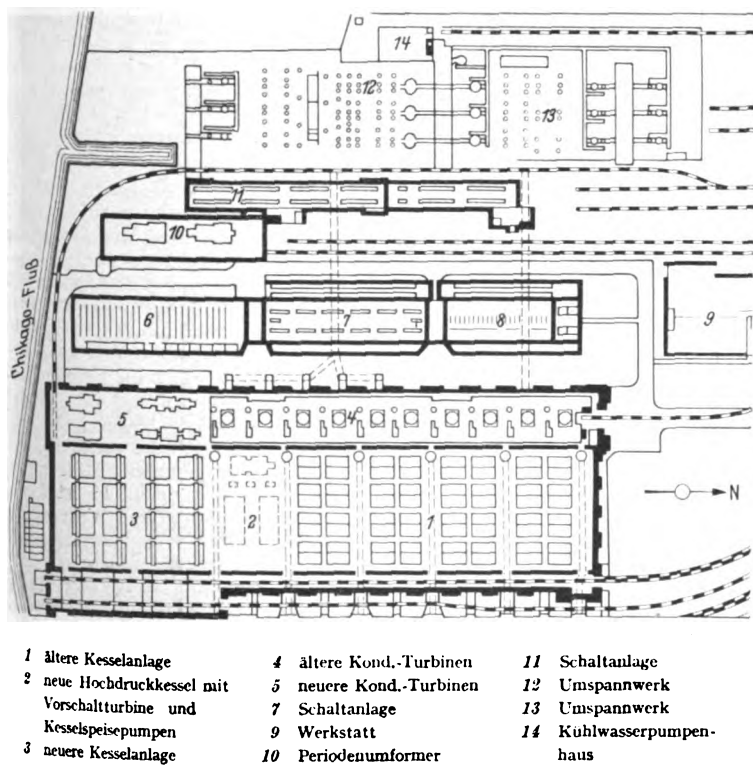


Abb. 2. Grundriß des Fisk-Kraftwerks.

diesem „Fisk Street“-Kraftwerk hatte eine Leistung von 5000 kW. Bis zum Jahre 1918 wurde das Kraftwerk bis auf eine Leistung von 230 000 kW erweitert. Vorhanden waren

10 stehende Turbinen von je 12 000 kW und 4 liegende mit Leistungen von 20 000 bis 35 000 kW.

systematisch entwickelt und angewandt worden. Die Behandlung mit dem Azetylen-Sauerstoff-Brenner besteht in einem Ankohlen der Oberfläche und nachträglichem Aufbringen eines Teerüberzuges. Die Einrichtung besteht aus einem kleinen Wagen, welcher einen Behälter für Teer (Kreosot), sodann eine Azetylen- und eine Sauerstoffflasche mit Brennern für die Flamme und für das Aufspritzen des Teers enthält. Die Hölzer werden nur im oberen Teil ihrer Eingrabetiefe und über Erdaustritt behandelt, wobei diese Stellen glatt behauen werden und dort, wo sichtbar krankhafte Stellen vorhanden sind, etwa Astlöcher, in denen sich Pilze festgesetzt haben. Das Verfahren kann auf neue Maste angewendet werden, sowohl vor ihrem Versetzen als auch nach Aufstellung derselben. Es kann aber auch auf bereits stehende Maste Anwendung finden, welche an Ort und Stelle behandelt werden. Schließlich ist es auch auf andere Holzkonstruktionen anzuwenden, welche bereits versetzt sind und in Berührung mit dem Baugrund stehen, was in Australien weitaus am meisten der Fall ist. Die Behandlung eines einzelnen Mastes kostet im Mittel 2 bis 4 RM. Die so behandelten Holz-maste haben eine ganz bedeutend längere Lebensdauer, nämlich rd. 36 Jahre, das Doppelte der unbehandelten Holz-maste. Seitdem diese Holzbehandlung mit dem Sauerstoff-Azetylen-Brenner in Australien eingeführt worden ist, sind auch in anderen Ländern, wie Amerika, Ceylon und Polen, derartige Versuche gemacht worden. [Der Ber.: Die hier geschilderte Behandlung von Holz-masten ist bekannt; nur die technische Ausführung mit Azetylenbrenner und Kompressorbespritzung ist neuartig. Das Anbrennen wurde in Europa schon längst verlassen, da die Wirkung mangelhaft war. Bei der geschilderten Behandlung findet auch bei gesunden Hölzern ein Behauen statt, das neben dem Anbrennen eine nutzlose Schwächung des Holzquerschnittes bedeutet, dessen Widerstandsmoment bei runden Masten mit der dritten Potenz des verkleinerten Durchmessers sehr schnell abnimmt. Das nachträgliche Bespritzen mit Teeröl entspricht dem allseits bekannten Stockschutz, dessen Wirkung ebenfalls nicht befriedigte. Nach allgemeiner Ansicht hängt der Wert eines Imprägnierverfahrens maßgeblich von der antiseptischen Kraft des Imprägniermittels und von dessen aufgenommener Menge je m³ Holz ab¹⁾. Man wird beim Bespritzen auch unter Kompressor-druck niemals eine so große Menge des Imprägniermittels einbringen können als beispielsweise beim Kesselverfahren unter Vakuum und Druck. Die mittlere Lebensdauer solcher Maste beträgt bei uns und anderen Ländern, wie durch statistische Erhebungen bei vielen Werken festgestellt wurde, etwa 20 Jahre, und bei Rohhölzern wurde eine mittlere Lebensdauer von etwa 7 Jahren ermittelt. Daß die in Australien behandelten Hölzer von Natur aus der Fäulnis mehr Widerstand entgegensetzen — es handelt sich wahrscheinlich um die dort stark verbreitete Eukalyptus — ist ebenfalls nicht wahrscheinlich.] [Z. Schweiß-techn. 27 (1937) S. 135; 3 1/2 S., 5 Abb.] *ir.*

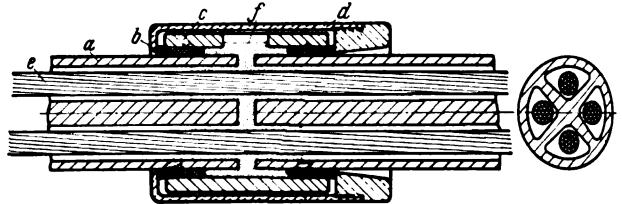
621. 315, 612 : 21 Porzellankabel. — Im Rahmen der Bestrebungen, als Austausch für Bleikabel neue Möglichkeiten einer unterirdischen Führung elektrischer Leitungen mit deutschen Werkstoffen zu schaffen, wurde ein neues Röhrenkabelsystem entwickelt. Die metallischen Leiter liegen dabei blank im Innern einer Porzellan-Isolierrohrleitung, die gleichzeitig die Aufgaben der Isolation und der Ummantelung übernimmt. Die Porzellanrohrleitung besteht aus einzelnen Hartporzellanrohren (Abb. 3), von etwa 1,5 bis 2,0 m Länge, die durch geeignet ausgebildete Muffenverbindungen vollkommen feuchtigkeitsdicht und außerordentlich biegsam aneinandergefügt sind. Für Spannungen bis 1 kV werden die Porzellanrohre in Anlehnung an die Ausführungsformen des Bleikabels als Mehrleiter-Porzellanrohre ausgeführt, wobei der Rohrquerschnitt durch Trennwände in eine entsprechende Anzahl von Einzelkanälen aufgeteilt ist; für höhere Spannungen bis 6 kV werden Einfachrohre vorgeschlagen. Bei der Verlegung eines Porzellankabels werden die Rohre einschließlich Muffenverbindungen über die zuerst ausgelegten blanken Aluminiumseile aufgeschoben und dann durch die Muffenverbindungen aneinandergefügt. Für Abzweige, Endverschlüsse und Verbindungsmuffen geschnittener Kabel kommen die üblichen Kabelarmaturen zur Verwendung. Die Verlegung der Porzellankabelstrecken selbst fordert gegenüber der Bleikabelverlegung einen etwas größeren Zeitaufwand, doch ist die Herstellung von Abzweigen und Verbindungen einfacher.

In seinen Betriebseigenschaften ergibt das Porzellankabel gegenüber dem Bleikabel durch die höhere Wärmebeständigkeit des Porzellans den Vorteil einer höheren Belastungsfähigkeit.

¹⁾ R. Nowotny, ETZ 33 (1912) S. 976.

Nach der bisherigen Entwicklung können Temperaturen bis etwa 90° C zugelassen werden. Die Empfindlichkeit gegen Überlastungen ist daher beim Porzellankabel sehr gering.

Ein einigermaßen abschließendes Urteil über die Bewährung des seit Sommer 1937 in mehreren Anlagen eingebauten Porzellankabels bei unmittelbarer Verlegung im Erdreich kann jedoch erst nach Ablauf des Winters gefällt werden. Zunächst wird daher das Porzellankabel nur für Verlegung in besonders geschützten Kabelkanälen und für Innenräume empfohlen.



a Mehrleiter-Porzellankabelrohre
b konische Dichtungsringe aus Buna N
c Porzellanmuffe
d Leichtmetallhülse mit Schraubverschluss
e Aluminiumleiterseile
f Isoliervergüßmasse

Abb. 3. Aufbau der Muffenverbindung des Porzellankabels.

Vorerst stehen zwei Ausführungsformen von Vierleiter-Porzellanrohrsystemen zur Verfügung, und zwar für Querschnitte bis 4×35 mm² und bis 4×95 mm². Der Preis der Porzellankabel liegt heute noch über dem der entsprechenden Bleikabel, doch darf die höhere Belastungsfähigkeit und die Überlastungsunempfindlichkeit als wertmäßiger Ausgleich angesehen werden. [H. Ziegler, Rosenthal Mitt. (1937) H. 22; 38 S., 17 Abb.] *eb.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 385. 3 : 621. 317. 723 Elektrometerröhren. — Die Elektrometerröhre hat in der Meßtechnik als bequemer Ersatz für die elektrostatischen Elektrometer bereits seit längerer Zeit Eingang gefunden. Die genaue Messung der Dosis bei Röntgenbestrahlung erforderte insbesondere eine bequem bedienbare Apparatur, die in Verbindung mit einer Ionisationskammer durch eine Elektrometerröhre und ein Zeigergalvanometer in Gleichstromverstärkerschaltung gebildet wurde. Von dieser Anwendungsart haben die älteren Elektrometerröhren auch ihre z. T. heute noch verwendete Bezeichnung „Dosimeter-röhre“ erhalten.

Die Empfindlichkeit eines Gleichstromverstärkers wird begrenzt durch den in der Röhre fließenden Gitterstrom, der ebenso wie der zu messende Strom an dem vor die Röhre geschalteten hochohmigen Gitterwiderstand einen Spannungsabfall verursacht. Es sei darauf hingewiesen, daß sich zwar mit den besten statischen Elektrometern etwas höhere Empfindlichkeiten als mit den neuesten Elektrometerröhren erreichen lassen; für die meisten Zwecke genügt jedoch die Empfindlichkeit von Elektrometerröhren-Anordnungen, und dann bietet die viel einfachere Meßmöglichkeit einen erheblichen Vorteil; denn es ist für die technische Verwendung sehr wesentlich, daß solche Einrichtungen auch von weniger geschulten Hilfskräften leicht bedient und überwacht werden können. Es ist ferner möglich, durch nachfolgende Verstärkung und Verwendung registrierender Instrumente in einfacher Weise objektive und fortlaufende Messungen durchzuführen. Da neuerdings auch besonders empfindliche Relais erhältlich sind, besteht die Möglichkeit, auch ohne Verstärkung selbsttätige Vorrichtungen für die verschiedensten Zwecke (z. B. Zählvorrichtungen) zu betreiben.

In den letzten Jahren haben sich die Anwendungsgebiete und damit die Ansprüche an die Elektrometerröhren insbesondere durch piezoelektrische Druckmessungen und pH-Konzentrationsmessungen derartig vergrößert, daß die ursprünglich für die Zwecke der Röntgendosismessung gebaute Röhre T 115 nicht mehr genügt.

Eine Weiterentwicklung der T 115 in Richtung auf kleineren Gitterstrom, d. h. also größere Empfindlichkeit, ist die Röhre T 113, bei der trotz Fortfalls der Bersteinisolation durch Verwendung eines Sonderglases eine wesentliche Steigerung der Isolation des Gitters erreicht wurde. Eine weitere

Verkleinerung des Gitterstromes wurde durch Verwendung einer Thoriumkathode erzielt, da infolge der geringeren Temperatur dieser Kathode die thermische und Photoemission des Gitters vermindert werden. (Steilheit 0,18 mA/V bei $V_A = V_{RG} = 10$ V, $V_G = -3$ V, Gitterstrom rd. $5 \cdot 10^{-13}$ A.) Die neueste in der Arbeit beschriebene Elektrometerröhre T 114 zeichnet sich aus durch eine weitere Verminderung des Gitterstroms auf im Mittel $1 \cdot 10^{-14}$ A bei einer Steilheit von 0,055 mA/V ($V_A =$

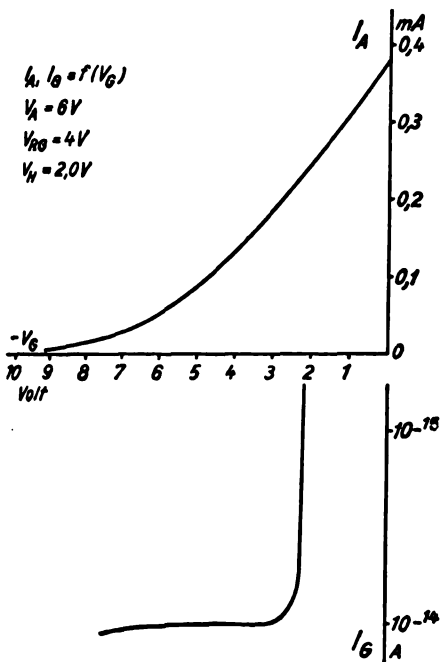


Abb. 4. Kennlinie der Röhre T 114.

6 V, $V_{RG} = 4$ V, $V_G = -4$ V). Dieser Gitterstrom wurde erreicht durch Verwendung einer besonders konstruierten Gitterhalterung und durch Herabsetzung der Kathodentemperatur auf das niedrigste für Thoriumkathoden mit Rücksicht auf Lebensdauer tragbare Maß. Die Anoden- und Gitterstromkennlinien sind in Abb. 4 dargestellt. [H. Daene, W. Hubmann, AEG-Mitt. (1937) H. 10, S. 352; 3 S., 8 Abb.] eb.

621. 317. 723. 027. 3 **Spannungsmesser mit umlaufendem Meßbelag für sehr hohe Spannungen.** — Ein Spannungsmesser für 200 kV Gleichstrom wird beschrieben, bei dem in bekannter Weise zwei Meßbeläge im elektrischen Feld einer mit der Meßspannung geladenen Kugel umlaufen, und deren Ladestrom in einem Galvanometer die gesuchte Spannung angibt. Hier ist ein Läufer ohne die übliche elektrostatische Abschirmung verwendet, dessen Wirkungsweise untersucht und für gut befunden wird. [M. Feldenkrais, J. Phys. Radium 7 (1937) S. 383; 2 S., 2 Abb.] A. Pm.

Verkehrstechnik.

621. 337. 5 : 625. 6 **Selbsttätig einstellbarer Bremsstrom für Anhängewagen.** — Bei der Stuttgarter Straßenbahn wurde von Körner ein Bremsstromregler entwickelt, der die Bremsverhältnisse der Anhängewagen in Abhängigkeit von der Wagenzahl und von der Besetzung selbsttätig regelt. Zum Abbremsen der Anhängewagen dient meistens die Solenoidbremse, die vom Bremsstrom der Fahrmotoren des Triebwagens durchflossen wird (Kurzschlußbremse). Der Bremsstrom des Solenoids wird durch Bremswiderstände geregelt, die zur Bremsspule parallel liegen und fest eingestellt sind. Bei der Fahrt mit verschiedener Anhängerzahl bzw. verschiedener Besetzung wird den Solenoiden in den Grenzfällen entweder ein zu großer oder ein zu kleiner Strom zugeführt, so daß entweder die Bremsen festsitzen und die Räder schleifen oder die Bremsen zu schwach ansprechen, so daß die Anhängewagen auflaufen. Der neu entwickelte selbsttätige Regler besteht aus einem stromwenderähnlichen Gerät, das zusätzliche Widerstände je nach der Belastung (Durchfederung) der Wagen zu der Bremsspule des Solenoids zu- und abschaltet. Ein Relais regelt die Zuführung des Bremsstromes bei einem Zwei- und Dreiwagenzug. Der Regler mit einem Gewicht von rd. 20 kg kann am Fußboden des Anhängers angeschraubt werden. [W. Jenne, Verkehrstechn. 18 (1937) S. 510; 1 S., 4 Abb.] Hs.

Bergbau und Hütte.

778. 3 : 662. 4 **Kameras für hohe Aufnahmege-schwindigkeiten zur Untersuchung der Explosion fester Sprengstoffe.** — In einer geschichtlichen Einführung werden die bisherigen Ausführungen solcher Kameras, die für die Sprengstoffuntersuchung der im Bergbau verwendeten Zündsätze eine wichtige Rolle spielen, kritisch betrachtet und daraus die beiden näher beschriebenen Ausführungen von Innentrommel- und Drehspiegelkamera abgeleitet. Den Schwierigkeiten des Filmreißens infolge Zentrifugalbeanspruchung bei gewöhnlichen Aufnahmegegeräten wegen der hohen erforderlichen Geschwindigkeiten begegnen die Verfasser bei der „Innentrommel“ benannten Ausführung dadurch, daß sich das Filmband teilweise gegen eine im Innern der Kamera befindliche, umlaufende Trommel legt. Diese kann mittels eines Elektromotors und Übersetzung bis zu 24 000 U/min angetrieben werden, wodurch Schreibgeschwindigkeiten bis zu 175 m/s mit Sicherheit erreicht werden können. Eine noch weitere Geschwindigkeitssteigerung ist mit der Drehspiegelkamera möglich. Ihr grundsätzlicher Unterschied besteht darin, daß das Filmband auf dem Umfang eines Kreisbogens von rd. 40 cm Dmr. fest aufgespannt wird und in Ruhe bleibt. Die Lichtstrahlen gelangen durch ein Linsensystem auf einen ebenen Plattenspiegel; dieser ist im Innern der Kamera drehbar angeordnet, wobei die Drehachse durch den Mittelpunkt des Filmbandkreisbogens geht. Je nach der Drehzahl des Spiegels, dessen beide Seiten spiegelnd sind, werden damit außerordentlich hohe Belichtungsgeschwindigkeiten erreicht, wobei der Film im allgemeinen mehrfach beschrieben wird. Die optischen Gesetze, der Strahlengang, die Eintrittswinkel sowie der Fehler infolge der endlichen Spiegelplattendicke (Stahlplatte von 88 mm Dmr., 9,5 mm dick) werden abgeleitet und die Konstruktion der Kamera im einzelnen angegeben. Vor Inbetriebnahme erfolgt zweckmäßig die Eichung mittels stroboskopischen Verfahrens; mit der angegebenen Ausführung werden je nach der Übersetzung des Spiegelantriebes 88, 176, 264 oder 352 m/s Schreibgeschwindigkeit erreicht. Für die besondere Aufgabe der Zündsatzuntersuchung wurde ein Zweilinsensystem mit Schlitzblende ausgebildet. Die waagrecht aufgehängte Sprengpatrone wird mittels der ersten Linsenanordnung auf einer Schlitzblende abgebildet, hinter der das zweite Linsensystem angebracht ist, das die hindurchtretenden Strahlen auf den Drehspiegel in der Aufnahmekamera wirft. Ferner werden Hinweise für die elektrische Zündung und Aufnahme mittels einfacher Kontaktanordnungen sowie für den Einbau der Kamera in den abgeschirmten Prüfstand gegeben. Die beigefügten Aufnahmen lassen die große mit dieser Anordnung erreichte Meßgenauigkeit erkennen. Es wurden Explosionsgeschwindigkeiten von über 2950 m/s auf ± 20 m/s genau bestimmt; der Gesamtfehler beträgt also weniger als 1%. Ferner ist die gute Wiederholbarkeit der Ergebnisse hervorzuheben. [W. Payman, W. C. F. Shepherd u. D. W. Woodhead, Safety in Mines Research Board Paper No. 99 (1937), Veröff. v. H. M. Stationery Office, London; 22 S., 15 Abb.] Tsch.

Fernmeldetechnik.

621. 395. 97 **Über das Zusammenschalten von mehreren Fernsprechleitungen zu Konferenz- oder Sammelverbindungen.** — Verschiedene Schaltanordnungen werden besprochen, die sich für das Zusammenschalten von mehreren Fernsprechleitungen zu Konferenz- oder Sammelverbindungen eignen. Zunächst wird das Zusammenschalten von mehreren Ortsleitungen betrachtet und gezeigt, daß dabei außer den Dämpfungen der Ortsleitungen noch zwei zusätzliche Dämpfungsbeträge zu berücksichtigen sind, einmal die durch die Leistungsaufteilung bedingte Dämpfung und weiterhin die an der Verzweigungsstelle (Stoßstelle) auftretende Dämpfung.

Befinden sich aber die Teilnehmer einer Sammelverbindung an weit voneinander entfernten Orten, so müssen sie mittels Fernleitungen zusammengeschaltet werden. Daher kommen zu den angegebenen Dämpfungen noch die Fernleitungsdämpfungen hinzu. Es wird eine einfache Art der Zusammenschaltung von Fernleitungen zu Sammelverbindungen bei Verwendung der neueren Fernleitungsendschaltungen, den Zwei- und Vierdrahtendverstärkern, angegeben, und zwar werden die Fernleitungen entweder parallel oder in Reihe geschaltet. Beide Schaltarten sind gleichwertig, jedoch sind sie infolge der zusätzlichen Dämpfungsbeträge im allgemeinen nur bis zu vier Fernleitungen geeignet, in besonders günstigen Fällen auch bis

zu sechs. Außerdem wird noch diese Schaltanordnung mit und ohne Änderung der amtsseitigen Nachbildungen untersucht und festgestellt, daß sich die Dämpfungsverhältnisse bei Änderung der Nachbildung günstiger gestalten.

Abgesehen von den zusätzlichen Dämpfungen ist bei dem Aufbau von Sammelverbindungen aus verstärkten Fernleitungen noch die Stabilität der Gesamtschaltung zu berücksichtigen, da mit zunehmender Zahl der zusammengeschalteten verstärkten Leitungen auch die Zahl der Rückkopplungskreise steigt und dadurch eine Erhöhung der Dämpfung erforderlich macht.

Ist die Zahl der zusammenzuschaltenden Leitungen größer als vier bis sechs, so geht man zweckmäßig zu anderen Schaltungen über, die keine höheren zusätzlichen Dämpfungen mit sich bringen als zur Aufrechterhaltung der Gesamtstabilität der Sammelanschaltung unbedingt erforderlich ist. Dafür wird eine für den Betrieb geeignete Schaltung angegeben, die auf dem Prinzip beruht, daß je zwei zusammengeschaltete Fernleitungen über einen Zweidrahtverstärker mit je einem weiteren Paar Fernleitungen verbunden werden, und die es ermöglicht, bis zu 12 bis 14 Leitungen zusammenzuschalten.

Soll eine noch größere Zahl von Fernleitungen für ein Sammelgespräch verbunden werden, so muß eine Schaltanordnung gewählt werden, bei der die Zahl der resultierenden Rückkopplungskreise gering ist. Man verwendet dazu ausschließlich Vierdrahtleitungen in offener Betriebsweise, d. h. Vierdrahtleitungen, deren Gabeln abgeschaltet sind, wodurch man für Sende- und Empfangsrichtung getrennte Stromkreise erhält. Eine derartige Schaltung wurde für die Ferntragung des VDE am 23. 2. 37 benutzt, bei der die 33 Bezirksvereine als Teilnehmer zusammengeschaltet waren¹⁾. Um akustische Rückkopplungen zu vermeiden, die Leitungsgerausche zu verringern und um mit möglichst wenig Fernleitungen auszukommen, wurden noch besondere schaltungstechnische Maßnahmen getroffen.

Ist es aber nicht erforderlich, daß jeder Teilnehmer mit jedem anderen Teilnehmer sprechen kann, sondern genügt es, wenn alle Teilnehmer mit einem bestimmten Teilnehmer sprechen können, so ist es möglich, auch einfachere Schaltanordnungen anzuwenden. [H. Düll, Europ. Fernsprechdienst 46 (1937) S. 118; 6 S., 11 Abb.] 1'b.

Theoretische Elektrotechnik.

621. 315. 62. 015. 33 Die Technik der Wellenstirnversuche. — Es ist erfreulich, daß endlich — im Auslande und bei uns — die Erkenntnis durchdringt, daß man Isolatoren, welche bei Gewitter steilsten Spannungsstößen von praktisch unbegrenzter Höhe ausgesetzt sind, auch Entwicklungsversuchen aussetzen sollte, welche diesen Beanspruchungen entsprechen. Damit hat das Problem der meßtechnischen Verfolgung von Stoßversuchen mit Überschlüssen in der Wellenstirn an Bedeutung gewonnen. Hierfür kommt als Meßgerät nur der Kathodenstrahl-Oszillograph in Betracht.

F. H. Benedict unterzieht sich dankenswert der Aufgabe, die Schwierigkeiten, welche der formgetreuen Wiedergabe von Durchbrüchen in steiler Wellenstirn entgegenstehen, rückhaltlos zu schildern und zu zeigen, wie weit man sie nach dem heutigen Stande der meßtechnischen Entwicklung beherrschen kann. Wenn auch seine Arbeit dem eingeweihten Fachmann nicht viel Neues bietet, so ist doch die übersichtliche Behandlung der Schwierigkeiten und der Wege zu ihrer Beherrschung für weite Kreise von großem Interesse.

Zunächst wird die Frage aufgeworfen, ob man für solche Zwecke dauernd oder stoßweise erregte Kathodenstrahl-Oszillographen verwenden sollte. Letztere Ausführungsart ist bekanntlich bei den ersten Oszillographen von Dufour verwendet und in letzter Zeit in Rußland wieder gepflegt worden²⁾. Der Verfasser entscheidet sich, wie zu erwarten war, für den dauernd erregten Oszillographen, einerseits wegen der Sicherstellung größerer Meßgenauigkeit, andererseits wegen des schnellen Einsatzes bei unwillkürlichen Vorgängen. Seine Genauigkeit kann bis zu $\pm 1\%$ getrieben werden; unter Einschluß des Spannungsteilers und unter Berücksichtigung aller Fehlerquellen kann bei normalisierten Wellen mit $\pm 5\%$ Fehlern, bei sehr steilen Stößen mit bis zu $\pm 10\%$ gerechnet werden.

Der vom Verfasser für derartige Versuche benutzte konstant erregte Kathodenstrahl-Oszillograph arbeitet mit einem Strahlstrom von 0,4 mA bei einer Erregerspannung von 50 kV. Die maximale Schreibgeschwindigkeit des Oszillographen wird zu etwa 5000 km/s angegeben. Die durch Oszillogramme nachgewiesene Registriergeschwindigkeit erreicht etwa 500 km/s. Hervorgehoben wird die große Konstanz der Einstellung, welche Nacheichungen nur in großen Zeitabschnitten erforderlich macht.

Zur Erzielung eines für genaue Auswertung erforderlichen scharfen Striches wird auf die doppelte Konzentrierung an Hand der (in Deutschland entwickelten¹⁾ Elektronenoptik hingewiesen. Der zu den Versuchen benutzte Oszillograph verzichtet aber auf die magnetische Vorkonzentrierung, er benutzt vielmehr eine durch eine besondere Ausbildungsform der Kathode gegebene elektrische Vorkonzentrierung mit befriedigendem Erfolg.

Für die Auslösung der Strahlsperrung bei so schnellen Vorgängen empfiehlt der Verfasser solche Relais, die mit Funkenstrecken arbeiten. Er erörtert die verschiedenen Anordnungen von Dreielektroden-Funkenstrecken und tritt auf Grund seiner Erfahrungen für 3 im Dreieck angeordnete Kugeln ein, weil bei ihnen der Überschlag zwischen 2 Kugeln die Zündung der anderen durch lichtelektrischen Effekt am schnellsten einleitet. Ein auf dieser Grundlage aufgebauter zweipoliger Zeitkipper wird beschrieben, der eine Weiterbildung des 1930 von Ackermann beschriebenen einpoligen darstellt. Seine Auslösezeit beträgt etwa 10^{-8} s. Er benötigt zum Betrieb 8000 V, damit die Funkenstrecken sauber arbeiten. Zur Vermeidung von Schwingungen im Zeitkreis sind in die Zuleitungen zu den Ablenkplatten Widerstände von 2500 Ω eingebaut. Die Hilfsleitungen sind weitgehend geschirmt, um Störungen durch Hineintragen von Fremdeinflüssen zu verringern.

Besondere Sorgfalt ist der Untersuchung und Entwicklung von Widerstandsspannungsteilern gewidmet worden, welche bei steilen Fronten zu große Fehler durch Streukapazitäten gegen Erde geben können. Ungeschirmte Widerstandsspannungsteiler können daher bei Überschlagszeiten von 0,15 bis 0,2 μ s und darunter den kapazitiven Spannungsteilern in bezug auf Meßgenauigkeit unterlegen sein. Weiter ist der Aufbau eines Spannungsteilers erwähnt, der aus Einzelelementen von je 600 Ω besteht, die bei 1,5/40-Wellen für 60 kV, bei sehr steilen Stößen für 90 kV benutzt werden können. Verzögerungskabel werden sowohl mit Gummiisolation als auch besonders mit Papierisolation verwendet. Ihre Bleimäntel werden zur Verringerung des Widerstandes mit Kupfer überzogen. Auch über den Aufbau des angeschlossenen Wellenwiderstandes von 30 bis 70 Ω (je nach Kabeltyp) werden Angaben gemacht.

Bei der Besprechung von Störschwingungen werden unterschieden solche, welche von außen hineingetragen werden, und solche, die durch die charakteristischen Größen des Kreises bedingt sind. Als Abwehrmittel wird empfohlen, die Stoßanlage nur an einem einzigen Punkt zu erden, aber über einen möglichst niedrigen Widerstand, und mit diesem Punkt auch die Leitungen für Spannungs- und Strommessungen in Verbindung zu bringen. Der Mantel des Hilfskabels soll möglichst gut mit dem Gehäuse des Oszillographen verbunden werden und dieses mit der Bezugserde.

Zur Vermeidung von Schwingungen im Stoßkreis wird die auch vom VDE empfohlene Schaltung²⁾ angegeben.

Je steiler die aufzunehmenden Wellenfronten, umso wichtiger ist die Nachprüfung der Rechtwinkligkeit der Koordinaten des Oszillogramms. Es wird empfohlen, außer der Nulllinie in der Zeitachse auch eine Nulllinie in der Ordinatenrichtung zu schreiben.

Zum Schluß werden Betrachtungen über die zweckmäßigste Definition der Stirnteilheit angestellt und dabei die bisher in Deutschland übliche mit der amerikanischen, welche jetzt international eingeführt werden soll, verglichen. An Hand von drei verschiedenen Oszillogrammen mit Schwingungen in der Stirn werden die großen Unterschiede gezeigt, die sich dabei ergeben. Empfohlen wird schließlich, die „Zeit bis zum Überschlag“ als Versuchsergebnis anzugeben. Vor allem sei Einheitlichkeit der Auswertung für Vergleiche wichtig. [F. H. Benedict, Electr. J. 34 (1937) S. 325; 6 S., 8 Abb.] Mit.

¹⁾ ETZ 58 (1937) H. 11, S. 289, 290 u. 299.

²⁾ s. Stekolnikov, Cigre 1937, Bericht Nr. 129.

¹⁾ H. Busch, Arch. Elektrotechn. 18 (1927) S. 583.

²⁾ VDE 0450/1933, ETZ 54 (1933) S. 200, 55 (1934) S. 522.

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernsprecher: 30 06 31. — Postscheckkonto: Berlin 213 12.

Bekanntmachung.

Ausschuß für Installationsmaterial.

Bei der Aufstellung des Entwurfes zu VDE 0605 „Vorschriften für Installationsrohre für elektrische Anlagen“ (siehe ETZ 58 (1937) H. 51, S. 1381) hat sich die Notwendigkeit ergeben, die bestehenden Normblätter für Isolierrohre zu überarbeiten und neue Normblätter aufzustellen. Nachstehend werden die Entwürfe zu

DIN VDE 9000 Rohr ohne Metallmantel,

- „ „ 9021 Stahlrohr ohne Auskleidung (Steckrohr) ohne Gewinde,
- „ „ 9025 Falzrohr mit Mantel aus Messingblech,
- „ „ 9026 Falzrohr mit Mantel aus verbleitem Stahlblech,
- „ „ 9027 Falzrohr mit Mantel aus Stahlblech mit Aluminiumauflage,
- „ „ 9028 Falzrohr mit Mantel aus lackiertem Stahlblech

bekanntgegeben. Neue Entwürfe zu DIN VDE 9010 und 9020 werden noch bearbeitet. Einsprüche sind bis zum 15. Februar 1938 der Geschäftsstelle einzureichen.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Geschäftsführer:
Blendermann

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.



Betr.: Zusammenstellung der erteilten Genehmigungen zur Benutzung des VDE-Zeichens bzw. der Verbandskennfäden.

Die in der ETZ 58 (1937) H. 44, S. 1206, bereits angekündigte Zusammenstellung liegt jetzt fertig vor. Sie umfaßt auf 188 Seiten (DIN A 5) alle Genehmigungen zur Führung des VDE-Zeichens bzw. der Verbandskennfäden nach dem Stande vom 30. 9. 1937. Die Zusendung erfolgt, wie schon bekanntgegeben wurde, gegen Voreinsendung des Betrages von 2,15 RM für jedes Exemplar der Zusammenstellung (Postscheckkonto der VDE-Prüfstelle: Berlin 894 06).

Die VDE-Prüfstelle hat ferner einen Sonderdruck über die Genehmigungen zur Führung der Verbandskennfäden für isolierte Leitungen, welcher aus den Seiten 156 bis 176 der Hauptzusammenstellung besteht, anfertigen lassen. Der Preis desselben beträgt RM 0,50 einschl. Versandgebühren. Die Lieferung erfolgt nach Einsendung des Betrages auf das Postscheckkonto der VDE-Prüfstelle.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann

Anwendung des noch nicht endgültigen Entwurfs auf eigene Gefahr.

621. 315. 67

Januar 1938

Installationsrohr

Rohr ohne Metallmantel

Elektrotechnik

DIN

Neuentwurf
VDE 9000

Maße in mm

Rohre

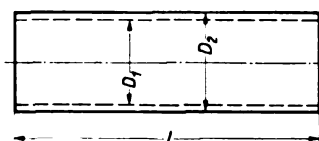


Bezeichnung eines Rohres ohne Metallmantel¹⁾ vom Außendurchmesser $D = 20$ mm und Innendurchmesser $d = 16$ mm aus...²⁾: Rohr 20/16 VDE 9000...²⁾

Rohr- bezeichnung	Außendurchmesser D Kleinstmaß	Innendurchmesser d Größtmaß
10 7	10	7
12 9	12	9
14 11	14	11
16,5 13,5	16,5	13,5
20 16	20	16
27 23	27	23
34 29	34	29
41 36	41	36

Übliche Lieferlänge etwa 3 m

Muffen



Bezeichnung einer Muffe für Rohr ohne Metallmantel 20/16 aus...²⁾: Muffe 20/16 VDE 9000...²⁾

Muffen- bezeichnung	Innendurchmesser D_1	Außendurchmesser D_2	Länge l Kleinstmaß
10 7	10	13	50
12 9	12	15	50
14 11	14	17	60
16,5 13,5	16,5	19,5	60
20 16	20	24	70
27 23	27	31	70
34 29	34	39	80
41 36	41	46	80

¹⁾ Handelsüblich werden Rohre ohne Metallmantel mit einer aufgekitteten Muffe geliefert. Werden Rohre ohne Muffe gewünscht, so ist dies bei Bestellung besonders anzugeben

²⁾ Werkstoff (bei Bestellung angeben): Rohr und Muffe: Regeneratgummi oder andere gleichwertige Stoffe Ausführung nach VDE 0605 „Vorschriften für Installationsrohre für elektrische Anlagen“

Verlegung siehe DIN VDE

Zuordnung der Leitungen zu den Rohrweiten siehe DIN VDE 9048 und 9049.

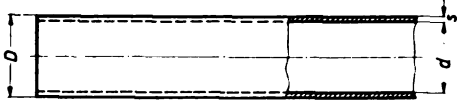
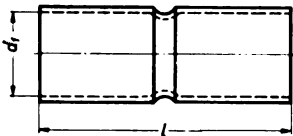
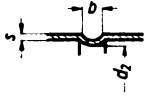
Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

22. bis 25. Mai 1938 • VDE-Mitgliederversammlung • Köln

Anwendung des noch nicht endgültigen Entwurfs auf eigene Gefahr.

621. 315. 67

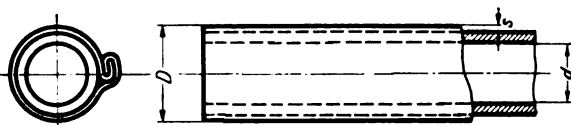
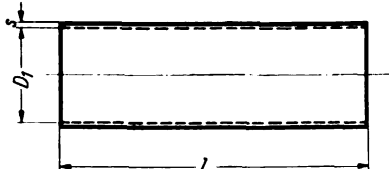
Januar 1938

Installationsrohr						DIN	
Stahlrohr ohne Auskleidung						Entwurf 1	
(Steckrohr) ohne Gewinde						VDE 9021	
Elektrotechnik							
Maße in mm							
Rohre							
							
Bezeichnung eines Stahlrohres von Außendurchmesser $D = 18,5$ mm und Innendurchmesser $d = 16,5$ mm: Stahlrohr 18,5/16,5 VDE 9021							
1	2	3	4	5	6	7	8
Rohr- bezeich- nung	Außen- durchmesser D		Innen- durch- messer d	Wanddicke s		passend für Geräte mit	
	Nenn- maß	zul. Abweich.		Nenn- maß	zul. Abweich.	Panzer- rohr- gewinde	oder Bohr- rung
10/8,2	10	$\pm 0,15$	8,2	0,9	$\pm 0,1$	—	10,5
13/11,2	13		11,2	0,9		Pg 9	13,9
16/14,2	16		14,2	0,9		Pg 11	17,3
18,5/16,5	18,5	$\pm 0,2$	16,5	1,0	$\pm 0,15$	Pg 13,5	19,1
26/23,8	26		23,8	1,1		Pg 21	26,8
34,5/32	34,5		32	1,25		Pg 29	35,5
44,5/41,5	44,5	$\pm 0,25$	41,5	1,5	$\pm 0,25$	Pg 36	45,5
51,5/48,5	51,5		48,5	1,5		Pg 42	52,5
Übliche Lieferlänge etwa 3 m							
Muffen							
							
Bezeichnung einer Muffe für Stahlrohr 18,5/16,5: Muffe 18,5 VDE 9021							
9	10	11	12	13	14	15	16
Muffen- bezeich- nung	Innen- durchmesser d_1		Wanddicke s		Länge l Kleinst- maß	Stoßnut	
	Nenn- maß	zul. Abweich.	Nenn- maß	zul. Abweich.		Breite b	Innen- durch- messer d_2
10	10,4	$\pm 0,2$	0,9	$\pm 0,1$	40	4	8,2
13	13,4		0,9		40	4	11,2
16	16,5		1	$\pm 0,15$	50	4	14
18,5	19	1	50		4	16,5	
26	26,6	1,1	70		4	23,5	
34,5	35,3	$\pm 0,4$	1,25	$\pm 0,2$	70	4	32
44,5	45,5		1,5	$\pm 0,25$	80	6	41,5
51,5	52,5		1,5		80	6	48,5
Werkstoff: Rohr und Muffe: Flußstahl gewalzt Ausführung: geschweißt oder nahtlos gezogen (nach Wahl des Herstellers) innen und außen rostgeschützt Ausführung und Prüfung nach VDE 0605 „Vorschriften für Installationsrohre für elektrische Anlagen“ Verlegung siehe DIN VDE Zuordnung der Leitungen zu den Rohrweiten siehe DIN VDE 9048 und 9049.							
Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.							

Anwendung des noch nicht endgültigen Entwurfs auf eigene Gefahr.

621. 315. 67

Januar 1938

Installationsrohr				DIN	
Falzrohr				Entwurf 1	
mit Mantel aus Messingblech				VDE 9025	
Elektrotechnik				Ersatz für	
				DIN VDE 9030	
Maße in mm					
Rohre					
					
Bezeichnung eines Falzrohres mit Mantel aus Messingblech von Innendurchmesser $d = 16$ mm:					
Falzrohr 16 VDE 9025					
1	2	3	4	5	6
Rohrbezeichnung = Innendurchmesser d		äußerer Rohr- durchmesser D		Mantel Blechdicke s	
Nennmaß	zul. Abweich.	Nennmaß	zul. Abweich.	Nennmaß	zul. Abweich.
7		11		0,12	
9	$+ 0,5$	13		0,15	
11		15,8		0,15	$\pm 0,01$
13,5		18,7	$\pm 0,2$	0,15	
16		21,2		0,18	
23	$+ 1$	28,5		0,20	
29		34,5		0,22	$\pm 0,02$
36		42,5	$\pm 0,4$	0,25	
48		54,5			
Übliche Lieferlänge etwa 3 m					
Muffen					
					
Bezeichnung einer Muffe für Falzrohr 16 mit Mantel aus Messingblech:					
Muffe 16 VDE 9025					
7	8	9	10	11	12
Muffenbezeich- nung = Rohr- Innendurchm. d	lichte Welle D_1		Länge l	Messingmuffe Blechdicke s	
	Nennmaß	zul. Abweich.		Nennmaß	zul. Abweich.
7	11,3		40	0,2	
9	13,3		40	0,2	
11	16,1		50	0,2	$\pm 0,02$
13,5	19	$+ 0,2$	50	0,2	
16	21,5		60	0,25	
23	29		60	0,25	
29	35		70	0,3	
36	43	$+ 0,4$	70	0,3	$\pm 0,03$
48	55		80	0,35	
Werkstoff: Mantel und Muffe: Messing Auskleidung: Papier getränkt Ausführung und Prüfung nach VDE 0605 „Vorschriften für Installationsrohre für elektrische Anlagen“ Verlegung siehe DIN VDE Zuordnung der Leitungen zu den Rohrweiten siehe DIN VDE 9048 und 9049.					
Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.					

Anwendung des noch nicht endgültigen Entwurfs auf eigene Gefahr.

621. 315. 67

Januar 1938

Installationsrohr

Falzrohr

mit Mantel aus verbleitem Stahlblech

Elektrotechnik

DIN

Entwurf 1

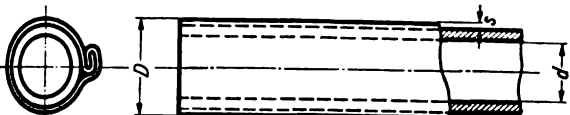
VDE 9026

Ersatz für

DIN VDE 9030

Maße in mm

Rohre



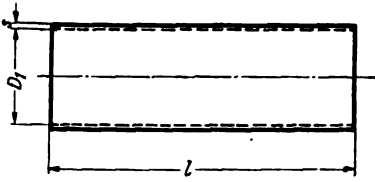
Bezeichnung eines Falzrohres mit Mantel aus verbleitem Stahlblech von Innendurchmesser $d = 16$ mm:

Falzrohr 16 VDE 9026

1		2		3		4		5		6	
Rohrbezeichnung = Innendurchmesser d				äußerer Rohrdurchmesser D				Mantel Blechdicke s ohne Schutzauflage			
Nennmaß	zul. Abweich.	Nennmaß	zul. Abweich.	Nennmaß	zul. Abweich.	Nennmaß	zul. Abweich.	Nennmaß	zul. Abweich.	Nennmaß	zul. Abweich.
7	+ 0,5	11				0,13	$\pm 0,012$				
9		13				0,15					
11		15,8				0,15	$\pm 0,015$				
13,5		18,7	$\pm 0,2$			0,15					
16		21,2				0,18	$\pm 0,02$				
23	+ 1	28,5				0,20					
29		34,5				0,22					
36		42,5				0,24	$\pm 0,025$				
48		54,5	$\pm 0,4$			0,24					

Übliche Lieferlänge etwa 3 m

Muffen



Bezeichnung einer Muffe für Falzrohr 16 mit Mantel aus verbleitem Stahlblech:

Muffe 16 VDE 9026

7	8		9	10	11		12
Muffenbezeichnung = Rohrinwendurchm. d	lichte Weite D_1		Länge l	Blechdicke s ohne Schutzauflage	Blechdicke s ohne Schutzauflage		
	Nennmaß	zul. Abweich.			Nennmaß	zul. Abweich.	
7	11,3		40	0,2			
9	13,3		40	0,2			$\pm 0,02$
11	16,1		50	0,2			
13,5	19	$+ 0,2$	50	0,2			
16	21,5		60	0,25			$\pm 0,025$
23	29		60	0,25			
29	35		70	0,3			
36	43		70	0,3			$\pm 0,03$
48	55	$+ 0,4$	80	0,35			

Ausführung: verbleit, Schutzauflage auf der Außenseite
Blei, mind. 3,4 g/dm²
Werkstoff: Mantel und Muffe: Stahl
Auskleidung: Papier getränkt
Ausführung und Prüfung nach VDE 0605 „Vorschriften für Installationsrohre für elektrische Anlagen“
Verlegung siehe DIN VDE
Zuordnung der Leitungen zu den Rohrweiten siehe DIN VDE 9048 und 9049.

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Installationsrohr

Falzrohr

mit Mantel aus Stahlblech mit Aluminiumauflage

Elektrotechnik

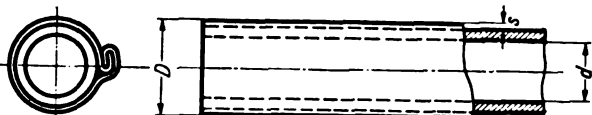
DIN

Entwurf 1

VDE 9027

Maße in mm

Rohre



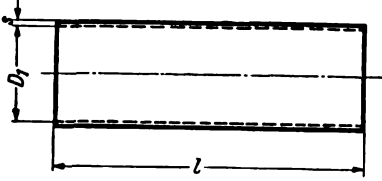
Bezeichnung eines Falzrohres mit Mantel aus Stahlblech mit Aluminiumauflage von Innendurchmesser $d = 16$ mm:

Falzrohr 16 VDE 9027

1		2		3		4		5		6	
Rohrbezeichnung = Innendurchmesser d				äußerer Rohrdurchmesser D				Mantel Blechdicke s ohne Schutzauflage			
Nennmaß	zul. Abweich.	Nennmaß	zul. Abweich.	Nennmaß	zul. Abweich.	Nennmaß	zul. Abweich.	Nennmaß	zul. Abweich.	Nennmaß	zul. Abweich.
7	+ 0,5	11				0,13	$\pm 0,012$				
9		13				0,15					
11		15,8				0,15	$\pm 0,015$				
13,5		18,7	$\pm 0,2$			0,15					
16		21,2				0,18	$\pm 0,02$				
23	+ 1	28,5				0,20					
29		34,5				0,22					
36		42,5				0,24	$\pm 0,025$				
48		54,5	$\pm 0,4$			0,24					

Übliche Lieferlänge etwa 3 m

Muffen



Bezeichnung einer Muffe für Falzrohr 16 mit Mantel aus Stahlblech mit Aluminiumauflage:

Muffe 16 VDE 9027

7	8		9	10	11		12
Muffenbezeichnung = Rohrinwendurchm. d	lichte Weite D_1		Länge l	Blechdicke s ohne Schutzauflage	Blechdicke s ohne Schutzauflage		
	Nennmaß	zul. Abweich.			Nennmaß	zul. Abweich.	
7	11,3		40	0,2			
9	13,3		40	0,2			$\pm 0,02$
11	16,1		50	0,2			
13,5	19	$+ 0,2$	50	0,2			
16	21,5		60	0,25			$\pm 0,025$
23	29		60	0,25			
29	35		70	0,3			
36	43		70	0,3			$\pm 0,03$
48	55	$+ 0,4$	80	0,35			

Ausführung: mit Aluminiumauflage
Werkstoff: Mantel und Muffe: Stahl
Auskleidung: Papier getränkt
Ausführung und Prüfung nach VDE 0605 „Vorschriften für Installationsrohre für elektrische Anlagen“
Verlegung siehe DIN VDE
Zuordnung der Leitungen zu den Rohrweiten siehe DIN VDE 9048 und 9049.

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Anwendung des noch nicht endgültigen Entwurfs auf eigene Gefahr
621. 315. 67 Januar 1938

Installationsrohr

Falzrohr

mit Mantel aus lackiertem Stahlblech

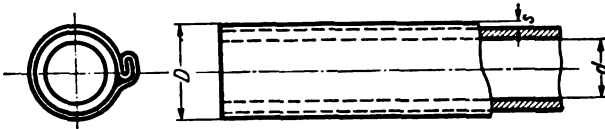
Elektrotechnik

DIN

Entwurf 1
VDE 9028

Maße in mm

Rohre



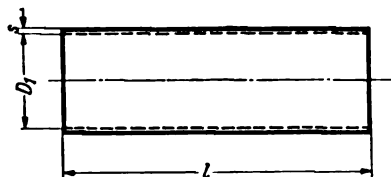
Bezeichnung eines Falzrohres mit Mantel aus lackiertem
Stahlblech von Innendurchmesser $d = 16$ mm:

Falzrohr 16 VDE 9028

1	2	3	4	5	6
Rohrbezeichnung = Innendurchmesser d		äußerer Rohrdurchmesser D		Mantel Blechdicke s ohne Schutz- auflage	
Nennmaß	zul. Abweich.	Nennmaß	zul. Abweich.	Nennmaß	zul. Abweich.
7	+ 0,5	11		0,13	$\pm 0,012$
9		13		0,15	
11		15,8		0,15	$\pm 0,015$
13,5		18,7	$\pm 0,2$	0,15	
16		21,2		0,18	$\pm 0,02$
23	+ 1	28,5		0,20	
29		34,5		0,22	
36		42,5	$\pm 0,4$	0,24	$\pm 0,025$
48		54,5		0,24	

Übliche Lieferlänge etwa 3 m

Muffen



Bezeichnung einer Muffe für Falzrohr 16 mit Mantel aus
lackiertem Stahlblech:

Muffe 16 VDE 9028

7	8	9	10	11	12
Muffenbezeichnung = Rohr- Innendurchm. d	lichte Weite D_1		Länge l Kleinst- maß	Blechdicke s ohne Schutz- auflage	
	Nennmaß	zul. Abweich.		Nennmaß	zul. Abweich.
7	11,3		40	0,2	
9	13,3		40	0,2	$\pm 0,02$
11	16,1		50	0,2	
13,5	19	$\pm 0,2$	50	0,2	
16	21,5		60	0,25	$\pm 0,025$
23	29		60	0,25	
29	35		70	0,3	
36	43	$\pm 0,4$	70	0,3	$\pm 0,03$
48	55		80	0,35	

Ausführung: lackiert

Werkstoff: Mantel und Muffe: Stahl
Auskleidung: Papier getränkt

Ausführung und Prüfung nach VDE 0805 „Vorschriften
für Installationsrohre für elektrische Anlagen“

Verlegung siehe DIN VDE

Zuordnung der Leitungen zu den Rohrweiten siehe
DIN VDE 9048 und 9049.

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Aus den VDE-Bezirken.

Bezirk Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein E. V.

(Gegründet 1879)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 IV, VDE-Haus.
Fernsprecher: 34 88 85. — Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Fachversammlung

des Fachgebietes „Funktechnik und Verstärkertechnik“

Leiter: Professor Dr. phil. H. Faßbender VDE.

Vortrag

des Herrn Oberingenieur Dr.-Ing. O. Zinke VDE, Berlin, am
Donnerstag, dem 20. Januar 1938, um 20⁰⁰ in der Technischen
Hochschule, Charlottenburg, Hörsaal HG 25, über das Thema:
„Spannungsmessungen in der Hochfrequenztechnik“.
Eintritt und Kleiderablage frei.

Jahresversammlung

am Dienstag, dem 25. Januar 1938, 20⁰⁰, im großen Hörsaal
des Physikalischen Instituts der Technischen Hochschule zu
Charlottenburg, Kurfürstenallee 20/22.

Tagesordnung:

1. Geschäftliche Mitteilungen.
2. Jahresbericht.
3. Kassenbericht.
4. Wahl der Rechnungsprüfer.
5. Vortrag des Herrn Dr.-Ing. habil. W. Kluge VDE,
Berlin, über das Thema:

„Entwicklungsstand in Physik und Technik neuzeit-
licher Photozellen“.

Eintritt und Kleiderablage frei.

Fachversammlung

des Fachgebietes „Installationstechnik“

Leiter: Oberingenieur W. Hoeres VDE.

Vortrag

des Herrn Dipl.-Ing. W. Pauli, Berlin, am Donnerstag, dem
27. Januar 1938, um 20⁰⁰ in der Technischen Hochschule,
Charlottenburg, Hörsaal EB 301, über das Thema:

„Die Abwehr unbefugter Stromentnahme“.

Eintritt und Kleiderablage frei.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Die nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um
18⁰⁰ im Jungingenieurzimmer des VDE-Hauses, Charlottenburg,
Bismarckstraße 33, statt. Die Teilnahme ist frei. VDE-Mitglied-
schaft ist nicht Bedingung.

Elektrophysik. Leiter: Dr.-Ing. F. Hauffe VDE.

20. 1. 1938 Vortragsreihe: Physikalische und technische Grundlagen des elek-
trischen Schweißens. 1. Abend: „Lichtbogenschweißung“ (1. Teil), Vor-
tragender: Dr. Becken.

Industrieanlagen. Leiter: Dr.-Ing. R. v. Meibom VDE.

21. 1. 1938 „Der Elektrobetrieb im graphischen Gewerbe“, Vortragender:
Dipl.-Ing. G. Funk VDE.

Kabel und Freileitungen. Leiter: Dr.-Ing. F. Kaiser VDE.

24. 1. 1938 „Garnituren für Starkstromkabel und deren Montage“, Vor-
tragender: Dipl.-Ing. Paul Hoppe.

Elektrische Bahnen. Leiter: Reg.-Baumeister a. D. Dr.-Ing. H. Kother VDE.

25. 1. 1938 Drei Kurzberichte über: „Berechnung und Bau eines Wechsel-
strombahnmotors“, Vortragender: Reg.-Baumeister O. Marr VDE, cand.
ing. G. Schläpke, Dr.-Ing. H. Kother VDE. Der für den 25. 1. 38 vor-
gesehene Vortrag des Herrn Reichsbahnoberrat O. Michel ist auf den
15. 2. 1938 verlegt worden.

Stromrichter. Leiter: Dr.-Ing. W. Böhlau VDE.

26. 1. 1938 „Umschaltvorgang und Spannungsabfall in Gleichrichterschalt-
ungen mit großer Kathodendrossel“, Vortragender: Dr.-Ing. W. Schilling.

Hochfrequenztechnik. Leiter: Dr.-Ing. A. Allerding VDE.

27. 1. 1938 „Stromverteilung in Mehrgitterröhren“, Vortragender: Studienrat
Ing. J. Kammerloher VDE. Die Veranstaltung findet wegen der Vorfüh-
ren in der Gaußschule, Berlin NW 21, Bochumer Str. 8, um 18⁰⁰ statt.

Hochspannungstechnik. Leiter: Dr.-Ing. G. Hameister VDE.

28. 1. 1938 „Die Isolierung von Generatoren“, Vortragender: Oberingenieur
R. Neuwald.

VDE Bezirk Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein E. V.

Der Geschäftsführer:

Burghoff

Sitzungskalender.

VDE, Bezirk Niedersachsen, Hannover (gemeinsam mit Ges. für techn. Physik). 25. 1. (Di), 20⁰⁰, T.H.: „Moderne Trägerfrequenz-Einrichtungen auf Leitungen“. Dipl.-Ing. Schade.

VDE, Bezirk Nordmark, Kiel. 25. 1. (Di), 20¹⁵, Phys. Inst. Univ.: „Streiflichter zur Entwicklung elektr. Meßgeräte“ (Neue Werkstoffe — neue Meßgeräte). (Mit Lichtb.) Obering. Dr. Roth.

VDE, Bezirk Ostachsen, Dresden. 3. 2. (Do), 19⁴⁵, T.H.: „Neue Fortschritte in der elektr. Meßtechnik“ (m. Lichtb.). Dr. Krönert VDE.

VDE, Bezirk Saar, Saarbrücken. 28. 1. (Fr), 20⁰⁰, Handwerkskammer: „Neuzeitlicher Schaltanlagenbau in Amerika, Frankreich, England und Deutschland“ (m. Lichtb.). Obering. Meiners.

VDE, Bezirk Thüringen, Erfurt. 21. 1. (Fr), 20¹⁵, Haus Kossenhaschen: „Klemmvorrichtungen für den Anschluß von Aluminiumleitungen in Installationsanlagen“. Obering. Naujoks VDE.

VERSCHIEDENES.

PERSONLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erben.)

Hochschulsachrichten. — Herrn Dozent Dr.-Ing. habil. H. Hess VDE wurde die ordentliche Professur für Elektromaschinenbau an der T. H. Stuttgart übertragen. Nach mehrjähriger Tätigkeit in der Industrie war Dr. Hess maßgeblich an dem Bau des neuen Instituts für Praktische Elektrotechnik der T. H. Aachen beteiligt¹⁾. Nach dem Tode des Herrn Prof. Dr. Finzi²⁾ überwachte er die Fertigstellung des Instituts und leitete es etwa 1 Jahr lang. Dr. Hess ist einem größeren Kreise durch eine Reihe von Aufsätzen auf dem Gebiet des Elektromaschinenbaus bekannt geworden.

Jubiläum. — Am 1. 1. 1938 feierte Herr Dir. W. Matthias, Bremen, sein 25jähriges Jubiläum als Betriebsführer des Elektrizitätswerkes Bremen. Tatkraft und Können des Jubilars sind nicht nur diesem Werk zugute gekommen, sondern häufig auch den Gemeinschaftsarbeiten der deutschen Elektrizitätsversorgung.

BUCHBESPRECHUNGEN.

537. 312. 62

Supraleitung. Von Dr. K. Steiner u. Dr. P. Graßmann. Mit 44 Abb., VIII u. 139 S. im Format 140 × 215 mm. Verlag Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig 1937. Preis kart. 9,60 RM.

Für den Referenten war die neue Monographie über Supraleitung besonders interessant, da er selbst viele Jahre hindurch Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Supraleitung durchgeführt hat, teilweise sogar zusammen mit Steiner und Graßmann.

Zusammenfassende Darstellungen über die Supraleitung gab es schon zwei, nämlich die vom Jahre 1932 in den Ergebnissen der Exakten Naturwissenschaften und diejenige vom Jahre 1935 im Handbuch der Experimentalphysik, Bd. XI, 2. Trotzdem ist das Erscheinen des neuen Bändchens sehr zu begrüßen, da es auch die Untersuchungen seit 1934, die im Handbuch der Experimentalphysik nicht mehr berücksichtigt sind, behandelt, und da außerdem, wie es bei der Darstellung durch andere Verfasser ja natürlich ist, einiges unter einem neuen Gesichtspunkt betrachtet wird, so daß sich die Artikel auch betreffs älterer Untersuchungen teilweise ergänzen.

Die beiden Verfasser haben sich in die Bearbeitung geteilt: Die Kapitel über den Zusammenhang der Supraleitung mit anderen physikalischen und chemischen Eigenschaften, über den Verlauf der Übergangskurven zur Supraleitung unter verschiedenen Bedingungen, über das magnetische Verhalten der Supraleiter, über die thermischen Eigenschaften der Supraleiter, über die Hysteresiserscheinungen und die Zeiteffekte sind vorwiegend durch K. Steiner, die Kapitel über den vollständig supraleitenden Stromkreis, über die Anwendung der Thermodynamik auf den Supraleiter, über Versuche mit Wechselstrom, über Ausrichtungen- und Umlapppvorgänge, über Stromverteilung im Supraleiter, über Trägheit der Elektronen und über Ansätze zu einer Theorie der Supraleitung im wesentlichen durch P. Graßmann bearbeitet worden. Aus diesen Angaben ersieht man gleichzeitig, was in dem Bändchen alles behandelt ist.

Besonderes Interesse haben die Verfasser natürlich dem neuesten Stand der Forschung zugewandt. Hierbei stehen die Untersuchungen über die Änderung der Induktion und der Stromverteilung bei Eintritt der Supraleitung im Vordergrund,

mit denen sich die Verfasser in den letzten Jahren zusammen mit J. Stark im Anschluß an frühere Arbeiten des Referenten auch selbst befaßt haben. Gerade auf diesem Gebiete sind aber die Anschauungen und besonders die Theorien noch so wenig geklärt, daß man sich nicht wundern wird, wenn der Referent nicht allen Schlußfolgerungen der Verfasser, besonders nicht allen Deutungen in theoretischer Hinsicht zustimmen kann. Bezüglich der Stromverteilung (§ 40) sei z. B. betont, daß die älteren Versuche über die neueren sogar etwas hinausführten, da sie zeigten, daß der sich einstellende Oberflächenstrom nicht immer derselbe ist, sondern von Zufälligkeiten abhängt, was man bei der neueren Anordnung mit dem Hohlzylinder nicht bemerken kann.

Man wird sich vielleicht wundern, daß auf dem Gebiet der Supraleitung, deren Entdeckung durch Kamerlingh-Onnes nun schon 26 Jahre zurückliegt und über die mehr als 300 Originalarbeiten veröffentlicht wurden, noch immer keine Klarheit herrscht, ja daß immer noch neue unerwartete Dinge festgestellt werden. Dies hängt wohl hauptsächlich mit folgendem zusammen: Erstens sind die Untersuchungen über Supraleitfähigkeit fast nur unter Benutzung von flüssigem Helium möglich, so daß der erforderliche Aufwand ein besonders großer ist. Zweitens ist die Supraleitung ähnlich wie die Kernphysik ein völlig neuerschlossenes Gebiet der Physik, bei dem fast jede Untersuchung neue Einzelheiten bringt, wie z. B. der Nachtrag zum 5. Kapitel des Bändchens zeigt.

Gerade bei dieser Sachlage aber dürfte für die Forschung über Supraleitung in weiten Kreisen großes Interesse vorhanden sein, in Kreisen der Elektrotechniker natürlich besonders, weil sie sich immer fragen werden, ob nicht die Supraleitung doch noch einmal technische Bedeutung gewinnen kann. Aus der vorliegenden Schrift geht wiederum klar hervor, daß vorläufig über diese Frage noch nicht das geringste ausgesagt werden kann, daß vielmehr das Gebiet der Supraleitfähigkeit noch völlig ein wissenschaftliches Forschungsgebiet ist. Ob es dies immer bleiben wird, kann wohl niemand zur Zeit übersehen. Sicher aber wird das Wunder der Supraleitung immer etwas sein, was den Leser besonders gefangen nimmt, und so glaube ich sicher, daß auch im Kreis der Elektrotechniker der neue Band der Sammlung Vieweg großen Beifall finden wird.

W. Meißner.

621. 317. 7

Die elektrischen Meßinstrumente. Kurze Beschreibung der gebräuchlichsten Meßinstrumente der Elektrotechnik. Von Prof. I. Herrmann. 4., neubearb. Aufl. Mit 120 Abb. u. 137 S. im Format 105 × 160 mm. Verlag W. de Gruyter & Co., Berlin und Leipzig 1937. Preis geb. 1,62 RM.

Das kleine, handliche Buch, vielen Elektrotechnikern schon aus der Studienzeit bekannt, hat in seiner vierten Auflage eine Kürzung erfahren, insbesondere in der Zahl der Abbildungen, wodurch das Buch gewonnen hat. Die gezeichneten Bilder sind durchweg gut und lehrreich. Auch viele der wiedergegebenen Lichtbilder sind gut.

Die Meßverfahren sind knapp, aber leichtverständlich und ihre Auswirkung an deutlichen, vereinfachten Meßwerkbildern beschrieben. Weitere Bilder zeigen eine große Zahl von neuzeitlichen Ausführungsformen der verschiedenen Hersteller, und ein Vergleich mit früheren Auflagen dieses Büchleins läßt erkennen, wie wenig sich hier im grundsätzlichen Aufbau und wieviel sich in der Form geändert hat. In diesem Zusammenhang sind die kurzen historischen Hinweise, die häufig zu finden sind, recht lehrreich. Die mathematische Behandlung der Beziehung zwischen Ausschlag und Meßgröße ist zuweilen recht knapp, aber hinreichend. Dagegen erscheint die Verwendung höherer Mathematik, z. B. zur ausführlichen Berechnung des

¹⁾ ETZ 58 (1937) S. 1209.

²⁾ Nachruf und Bild: ETZ 58 (1937) S. 88.

Drehmoment-Mittelwertes bei Elektrodynamometern, hier nicht angebracht.

Das Buch ist durch seine früheren Auflagen sehr bekannt geworden und damit auch seine Nützlichkeit für den Elektrotechniker. Die neue Auflage stellt eine ausgezeichnete Anpassung an den heutigen Stand der Entwicklung der elektrotechnischen Meßinstrumente dar.

A. Palm VDE.

537. 228. 1

Schwingende Kristalle und ihre Anwendung in der Hochfrequenz- und Ultraschalltechnik. Von Prof. Dr. L. Bergmann. Mit 42 Abb. u. 47 S. im Format 120 × 185 mm. Verlag B. G. Teubner, Leipzig und Berlin 1937. Preis kart. 1,20 RM.

Der piezoelektrische Effekt, der selbst in einem größeren Physikbuch lange Jahre nur einen bescheidenen Platz einnahm, hat in den letzten Jahren in der physikalischen Technik eine vielseitige Anwendung gefunden. In sehr anschaulicher und klarer Form werden Theorie und praktische Anwendung schwingender Kristalle auf den verschiedensten Arbeitsgebieten besprochen. Die Darstellung einfacher Versuchsanordnungen an Hand zahlreicher Abbildungen ist ein besonderer Vorzug dieses Werkes. Man sollte dieses Büchlein vor allem denjenigen Technikern und Physikern empfehlen, die auf ihrem Arbeitsgebiet den piezoelektrischen Effekt noch nicht benutzen, da sich sicherlich noch viele Anwendungsgebiete erschließen lassen.

H. Kösters.

656. 4

Der öffentliche Nahverkehr der Gemeinden. Von Dr.-Ing. F. Lademann u. Dr.-Ing. F. Lehner. (Die Praxis der gemeindlichen Wirtschaft und Verwaltung. Herausg. v. Reichsminister H. Kerrl u. Oberbürgermeister Dr. v. Weidemann unt. Mitwirkung v. Dr. P. van Aubel. Heft 15.) Mit 17 Abb. u. 148 S. im Format 155 × 225 mm. Verlag Felix Meiner, Leipzig, und Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart u. Berlin 1937. Preis kart. 4,80 RM.

Das Buch soll nach dem Willen der Herausgeber von höherer Warte aus allen in der gemeindlichen Wirtschaft und Verwaltung tätigen und leitenden Persönlichkeiten anregend zur Hand gehen. Die Verfasser haben diese Aufgabe vorzüglich gelöst.

Das Buch bringt in knapper Form eine Fülle von Stoff über den öffentlichen Nahverkehr, dessen Bedeutung schon daraus hervorgeht, daß im Jahre 1935 von den Nahverkehrsmitteln etwa 2,2mal soviel Fahrgäste befördert wurden wie von der Deutschen Reichsbahn.

Nach einem Überblick über das Wesen und die Gliederung des Verkehrs und dessen Organisation im heutigen Staate behandelt das Buch die technischen und wirtschaftlichen Aufgaben des öffentlichen Nahverkehrs, die Eignung der verschiedenen Verkehrsmittel, die Technik der Verkehrsabwicklung, die besondere Stellung der Nahverkehrsbetriebe als Glieder der Wirtschaft, den Einfluß der Tarifgestaltung auf Verkehr und Einnahmen und die Wechselbeziehungen zwischen Verkehrsgestaltung und städtebaulicher Planung. Die Straßenbahn ist immer noch das wichtigste Nahverkehrsmittel, im Jahre 1935 benutzten 87% der im Nahverkehr beförderten Personen die Straßenbahn.

Der letzte Abschnitt befaßt sich mit der Zusammenarbeit der verschiedenen Verkehrsträger im Nahverkehr. Es wird dafür eingetreten, daß alle Verkehrsträger in einem bestimmten Verkehrsraum in irgendeiner Form zusammenarbeiten, sei es unter einem Nahverkehrsausschuß, durch Tarif-, Verkehrs- und Betriebsgemeinschaften oder durch Verschmelzung der Betriebe, da nur so dem Wohle der Allgemeinheit am besten gedient werden kann.

Das Buch wird jedem, der beruflich oder privat an dem Nahverkehr interessiert ist, einen gründlichen Überblick über die damit verknüpften Fragen verschaffen.

K. Rißmüller VDE.

621. 82

Die Wälzlager. Von W. Jürgensmeyer. Mit 1207 Abb., 41 Tabellen, 5 Tafeln, XIII u. 498 S. im Format 200 × 275 mm. Verlag Julius Springer, Berlin 1937. Preis geb. 48 RM.

Der geringere Reibungsverlust, die bequeme Lösung der Schmierungsfrage und die weitgehende Unabhängigkeit von devisa-belasteten Metallen haben dem Wälzlager immer mehr Freunde gewonnen, so daß heute seine Verwendung im Elektromaschinenbau zur Regel geworden ist, während Gleitlager nur noch in Ausnahmefällen eingebaut werden und sich dann den Wälzlagerabmessungen anpassen müssen. Das Wälzlager hat

zudem noch die Annehmlichkeit, daß es als „handelsübliche Einheit“ zur Verfügung steht, so daß es scheinbar nur noch eingebaut zu werden braucht. Dies ist jedoch nicht so einfach wie es scheint, denn je nach Art und Betriebsweise der Maschine ist zunächst die Lagerart auszuwählen; unter Umständen muß sogar die Bauart des Käfigs vorgeschrieben werden. Außer der Tragfähigkeit des Lagers sind noch die Baumaße, die Lagerluft und das Lagerspiel, die Toleranzen sowie die Möglichkeit der Aufnahme von Längskräften zu berücksichtigen. Alle diese Fragen waren bisher mehr oder weniger in Dunkel gehüllt und nur der erfahrene Fachmann konnte sie beantworten.

Hier füllt das Buch eine Lücke, indem es alle mit der Entwicklung und Verwendung der Wälzlager zusammenhängenden Fragen eingehend behandelt. Es ist z. B. vorteilhaft, alle Möglichkeiten der Aufnahme von Längsdrücken durch Längslager, Radiallager, Pendellager usw. mit und ohne Vorspannung an Hand guter Beispiele gegeneinander abwägen zu können. Zur Berechnung der Lager wird der Ansatz auf Grund der äußeren Bedingungen gegeben und die weitere Durchführung mit Hilfe des Lebensdauerfaktors, der die Dauerbeanspruchung berücksichtigt, ermöglicht. Von besonderem Wert sind die Ausführungen über die Gestaltung der Lagerstellen und den Einbau der Lager unter Berücksichtigung der Beschaffenheit der Sitzflächen, der Befestigungsmöglichkeit der Ringe und der Schmierung, wozu als Ergänzung in einem besonderen Kapitel die Lagerschäden und ihre Ursachen hinzugefügt werden.

Das von einem erfahrenen Praktiker für die Praxis geschriebene Buch bietet eine Fülle von Wissenswerten für jeden, der mit Wälzlagern zu tun hat.

E. vom Ende.

100 Jahre SIA 1837—1937. Festschrift zum hundertjährigen Bestehen des Schweizerischen Ingenieur- und Architektenvereins.

In einzelnen Abschnitten, deren Überschriften anschließend aufgeführt werden, um die Vielseitigkeit der in der Festschrift behandelten Fragen zu beleuchten, wird die enge Verknüpfung von Ingenieurkunst und Kultur- und Zivilisationsstand eines Landes immer wieder bewiesen. Nach einem Geleitwort von Bundesrat Philipp Etter behandelt die Festschrift folgende Fragen: Technik in Staat und Wirtschaft 1837 bis 1937, von A. Rohn; Die Entwicklungsstufen der Baukunst in der Schweiz im 19. Jahrhundert, von E. Virieux; Marksteine in der Entwicklung des Bauingenieurwesens, von H. Thomann; Die schweizerische Maschinenindustrie, ihre hervorragenden Vertreter und ihre Fortschritte seit ihrem Bestehen, von R. Neeser; Marksteine und Wege der Entwicklung der Elektrotechnik in der Schweiz, von W. Wyssling; Marksteine in der Entwicklung des schweizerischen Vermessungswesens in den letzten hundert Jahren, von F. Baeschlin; Das Materialprüfungswesen, seine Schöpfer und seine Verbundenheit mit dem SIA, von A. Dumas. Die Vereinsgeschichte von H. Naef und Einzelabhandlungen aus dem Tätigkeitsfeld des Vereins beschließen die Festschrift, die in ihrem gehaltvollen Aufbau sich der Jubelfeier am 4. und 5. September würdig anreicht.

Harald Müller VDE.

Veranstaltungen anderer Vereine.

Physikalische Gesellschaft zu Berlin und Deutsche Gesellschaft für technische Physik. 26. I. (Mi), 1938, EB 301 der T. H.: G. Kirsch, „Physikalische Betrachtungen zur Erdgeschichte“.

Deutsche Gesellschaft für technische Physik, Berlin. 4. 2. (Fr), 1938, Hotel Kaiserhof: Geselliger Abend mit Abendessen und Tanz. Anmeldungen bis spätestens 30. I. erbeten. Näheres durch die Geschäftsstelle: Berlin-Lichterfelde-Ost, Bahnhofstraße 41 b.

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:

J. J. Fels, Arnheim (Holland), Tooropstraat 2.
Ing. G. F. Holzinger VDE, Wien XXI/1, Schwemmäckergasse 44.
Dipl.-Ing. W. Langhein VDE, Potsdam, Sonnenlandstr. 12.
Dr.-Ing. R. Strigel VDE, Berlin-Siemensstadt, Quellweg 48.

Abschluß des Heftes: 14. Januar 1938.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE

Zuschriften sind nicht an eine persönliche Anschrift zu richten, sondern nur an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und nur mit Genehmigung des Verfassers und der Wissenschaftlichen Leitung der ETZ gestattet.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

59. Jahrgang

Berlin, 27. Januar 1938

Heft 4

Die elektrische Bremse bei elektrischen Vollbahntriebwagen.

Von Th. Buchhold VDE, Darmstadt.

621. 337. 521/.522

Übersicht. In dem Aufsatz sollen verschiedene Schaltungen, welche für die Abbremsung elektrischer Vollbahntriebwagen in Frage kommen, behandelt und miteinander verglichen werden. Beim Vergleich soll besonders die durch das Bremsen zusätzlich erzeugte Erwärmung Berücksichtigung finden, da sie für die Überbemessung der Motoren maßgebend ist. Außer den Schaltungen für die Widerstandsbremse soll auch die Nutzbremse sowohl beim Gleich- als auch beim Wechselstrom behandelt werden, wobei beim Wechselstromsystem eine neuartige Schaltung gebracht wird, bei welcher automatisch Phasengleichheit zwischen Fluß- und Ankerstrom erzeugt wird.

Bei elektrischen Fahrzeugen der Vollbahn erfolgt die Abbremsung vorwiegend mit der Druckluftbremse. Es ist jedoch der Gedanke naheliegend, in ähnlicher Weise wie es bei den Straßenbahnen geschieht, die Abbremsung elektrisch vorzunehmen¹⁾. Mit der elektrischen Bremse würde man eine Reihe von Vorteilen erreichen. So würde der Verschleiß der Bandagen und Bremsklötze vermieden werden. Dieser Werkstoffverbrauch ist im Triebwagen dienst, bei dem oft gebremst werden muß, sehr erheblich. Es kommt hinzu, daß der Bremsstaub oft in die Motoren gelangt und hier Beschädigungen hervorruft. Wir werden noch zeigen, daß die elektrische Bremse den weiteren Vorteil hat, daß eine Überbremsung, welche bei der mechanischen Bremse eine Blockierung der Räder und Schleifstellen hervorruft, bei der elektrischen Bremse harmlos verläuft. Daß die elektrische Bremse sich bis jetzt bei elektrischen Vollbahntriebwagen noch nicht in nennenswertem Maße eingeführt hat, mag daran liegen, daß sie die Druckluftbremse zwar stark entlastet, diese jedoch bis heute noch nicht überflüssig machen kann. Der Wagen wird also durch die für die elektrische Bremse notwendige Zusatzeinrichtungen verteuert. Durch die stärkere Belastung der Fahrmotoren beim regelmäßigen elektrischen Bremsen ist außerdem eine stärkere Auslegung der Motoren, z. B. um 25 %, erforderlich, auch hierdurch entsteht eine Verteuierung der elektrischen Ausrüstung. Trotzdem wird sich die elektrische Bremse besonders im Triebwagenverkehr, da hier viel gebremst wird, immer mehr einführen, und zwar als wertvolle Ergänzung zur Druckluftbremsung.

Ein Teil der kinetischen Energie des Fahrzeuges läßt sich auch in vielen Fällen durch Nutzbremseinrichtungen als elektrische Energie wiedergewinnen, so daß beachtliche Stromersparnisse gemacht werden können.

In Abb. 1 ist die Wagengeschwindigkeit v bei einer Bremsung, die mit konstanter Verzögerung erfolgt, aufgezeichnet. Ferner ist die kinetische Energie L des Fahrzeuges, die quadratisch mit kleiner werdender Geschwindigkeit abnimmt, aufgetragen. Erfolgt die Abbremsung

z. B. bis auf 25 % der Ausgangsgeschwindigkeit, so besitzt das Fahrzeug noch 6,25 % der Anfangsenergie, rd. 94 % sind also bereits abgebremst worden. Wenn jetzt der Rest von der mechanischen Bremse übernommen wird, so ist der hierbei noch auftretende Werkstoffverschleiß klein. Es hat also keinen großen Wert, bis ganz auf Null zu bremsen, sondern man kann damit früher aufhören. Für den Motor ist dies sogar günstig. Nehmen wir an, das Abbremsen erfolge bis Null mit konstantem Strom, dann würde der Strom während der ganzen Bremszeit t_0 eingeschaltet sein. Erfolgt die elektrische Abbremsung dagegen nur bis auf 25 % der Anfangsgeschwindigkeit, so ist der Strom nur $0,75 t_0$ eingeschaltet, der Motor wird also durch das Bremsen um 25 % weniger erwärmt, was günstig ist, da man ja den Motor möglichst wenig überbemessen will. Welche Endgeschwindigkeit man für das Abbremsen wählt, wird von Fall zu Fall bei Benutzung obiger Gesichtspunkte leicht zu entscheiden sein.

Die Widerstandsbremse.

Zunächst sei die einfachste elektrische Bremse untersucht, die Gleichstrom-Widerstandsbremse, die z. B. bei Straßenbahnen zur Anwendung kommt. Die Abb. 2 a zeigt den Fahrbetrieb, die Abb. 2 b den Brems-

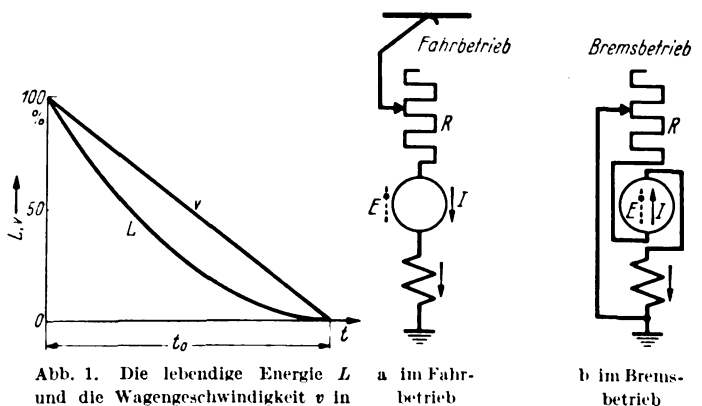


Abb. 1. Die lebendige Energie L und die Wagengeschwindigkeit v in Abhängigkeit von der Zeit bei konstanter Bremsverzögerung.

a im Fahrbetrieb

b im Bremsbetrieb

Abb. 2 a u. b. Der Gleichstrom-Hauptstrommotor.

betrieb. Der Motor erregt sich bei dieser Bremschaltung infolge der vorhandenen Remanenz selbst, sofern die Geschwindigkeit des Motors groß genug ist. Wenn man von größerer Geschwindigkeit allmählich auf kleinere Geschwindigkeit kommen will, dann muß man für verschiedene Widerstandswerte, welche den Bremsstufen entsprechen, die Geschwindigkeitskurven (s. Abb. 3) aufzeichnen, wobei der Widerstand mit kleiner werdender Geschwindigkeit ebenfalls verkleinert wird. Dabei treten Sprünge des Stromes bzw. der Zugkraft auf, wie sie die

¹⁾ Michel u. Kniffier, Elektr. Bahnen 12 (1936) S. 281. El. Bremsen bei den Oberleitungstriebwagen der Deutschen Reichsbahn. — Mirow, Elektr. Bahnen 13 (1937) S. 5. Nutzbremse bei Einphasen-Wechselstrom-Bahnen.

Abb. 3, die für eine Straßenbahnbremse gilt, zeigt. Diese Zugkraftschwankungen beim elektrischen Bremsen werden im Straßenbahnbetrieb gelegentlich schon unangenehm empfunden und sind im Vollbahnbetrieb nicht zulässig. Man müßte hier die Zahl der Widerstandsanzapfungen größer wählen, was jedoch einen größeren Schaltaufwand bedingt. Besser sind hier feinstufig regelbare Widerstände, die in ähnlicher Weise wie die bekannten Laboratoriums-Schiebewiderstände arbeiten und die man heute auch für große Leistungen bauen kann. Unter Verwendung solcher feinstufig regelbarer Widerstände würde die Abbremsung gemäß der Linie $a-a$ mit konstantem Strom, also konstantem Drehmoment erfolgen können. Diese selbsterregte Widerstandsbremse gestattet, falls gewünscht, bis fast auf die Geschwindigkeit Null ($R = 0$, s. Abb. 3) das Fahrzeug abbremsen zu können. Auch wird

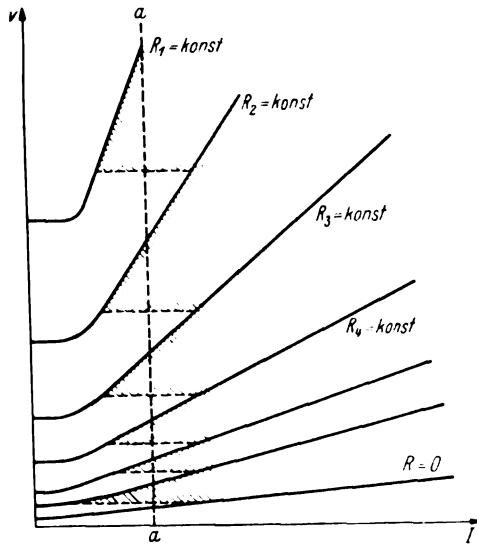


Abb. 3. Bremskurven eines Straßenbahnwagens bei verschiedenen Anfahrwiderständen.

der Motor, um ein gegebenes Bremsprogramm zu erfüllen, bei dieser Bremsart am wenigsten zusätzlich erwärmt, da hier einem konstanten Bremsmoment stets ein konstanter Strom entspricht. Weiter unten wird hierauf nochmals näher eingegangen.

Die Gleichstrom-Widerstandsbremse läßt sich nicht nur für Gleichstromtriebswagen, sondern auch für Wechselstromtriebswagen ausführen. Der Wechselstrom-Reihenschlußmotor ist abgesehen davon, daß sein Feld geblecht ist und er eine Kompensationswicklung besitzt, praktisch genau so aufgebaut wie ein Gleichstrom-Hauptstrommotor und vermag sich auch selbst zu erregen. Allerdings muß ein besonderer Bremswiderstand vorgesehen werden, während bei Gleichstromfahrzeugen der Anfahrwiderstand als Bremswiderstand mitbenutzt wird. Es ist weiter noch folgendes zu beachten: Da die Bleche des Wechselstrommotors eine kleine Remanenz besitzen, ist die Remanenzspannung, welche die Selbsterregung einleitet, sehr klein. Wenn im Stromkreis einige nicht ganz einwandfreie Kontakte vorhanden sind, kann unter Umständen die Erregung überhaupt nicht einsetzen. Aus diesen Gründen und um auch ein rascheres Erregen zu erhalten, wird es bei Wechselstromfahrzeugen zweckmäßig sein, daß das Feld eine kleine Vorerregung erhält, z. B. aus einer vorhandenen Batterie. Bei einem Wechselstrommotor hat man ferner den beachtlichen Vorteil, daß er mit Gleichstrom betrieben ein größeres Moment ergibt als bei Wechselstrom. Bei größeren Strömen kann das Moment 20 % höher sein als das entsprechende Wechselstrommoment. Diese Erscheinung hängt damit zusammen, daß z. B. beim Vergleich von 1000 A Gleichstrom mit 1000 A Wechselstrom der Maximalwert des Wechselstromes 41 % größer, also 1410 A, ist und dadurch der Motor sich stärker sättigt als bei Verwendung von Gleichstrom.

Während bei einer mechanischen Bremse bei einer Überbremsung leicht ein Blockieren der Räder stattfinden kann und dann unangenehme Schleifstellen in den Rädern entstehen, ist dies bei der elektrischen Bremse nicht der Fall. Betrachtet man eine der Kurven der Abb. 3, die für einen bestimmten Vorschaltwiderstand gilt, und nimmt man an, es würde stärker gebremst, als der Adhäsion zwischen Rad und Schiene entspricht, so will das Rad sich langsamer drehen und kommt ins Rutschen. Durch die langsamere Drehung nehmen jedoch der erzeugte Strom und damit das Bremsmoment ab, so daß meist das Rad sich wieder fangen wird. Eine gewisse Grenzgeschwindigkeit kann das Rad, sofern man von der Motorinduktivität absieht, überhaupt nicht unterschreiten, und ein Stehenbleiben ist nicht möglich.

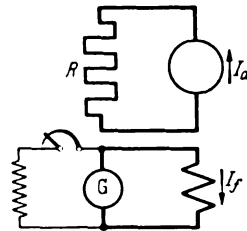


Abb. 4. Fremderregte Gleichstrom-Widerstandsbremse.

Diese Eigenschaft gestattet, daß man mit der elektrischen Bremse stärker an die Adhäsionsgrenze als bei einer mechanischen gehen kann.

Die selbsterregte Widerstandsbremse hat ferner den Vorteil, daß sie von der Oberleitungsspannung unabhängig ist, also auch beim Wegbleiben der Spannung arbeitet.

Man kann die Gleichstrom-Widerstandsbremse auch als fremderregte Bremse betreiben. Abb. 4 zeigt das Grundschaltbild. Die für das Feld notwendige Erregerspannung muß z. B. von einem kleinen Hilfsgenerator G geliefert werden, da die Erregerspannung sehr klein ist. Der Anker arbeitet meist auf einen konstanten Vorschaltwiderstand R . Die im Widerstand umgesetzte Leistung ist $I_a^2 R$, wobei I_a der Ankerstrom ist. Diese Leistung muß jedoch, wenn man von inneren Verlusten im Motor absieht, gleich der mechanischen Leistung, also proportional $M n$ sein (M = Drehmoment, n = Drehzahl). Ist c der Proportionalitätsfaktor, so gilt

$$I_a^2 R = c M n. \quad (1)$$

Soll die Abbremsung mit konstantem Moment erfolgen, so ergibt sich aus dieser Formel, daß der Strom proportional $\sqrt{n}$ ist. Da jedoch das Drehmoment proportional dem Fluß und dem Strom I_a ist, folgt, daß der Fluß mit $\sqrt{1/n}$ zunimmt. Die Abb. 5 zeigt die Abhängigkeit des

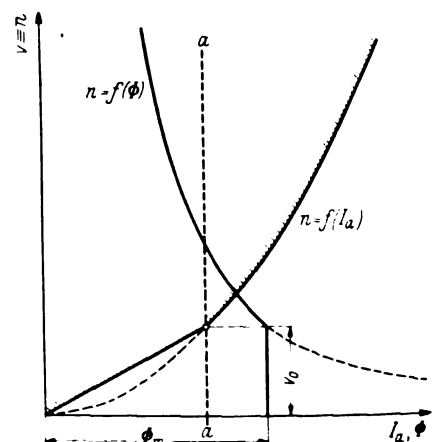


Abb. 5. Drehzahl in Abhängigkeit von Fluß und Strom.

Stromes und des Flusses von der Geschwindigkeit. Da der Motor nur einen gewissen Maximalfluß Φ_m erhalten kann und hier nach Abb. 5 eine Geschwindigkeit v_0 vorhanden ist, folgt (Φ ist jetzt konstant gleich Φ_m), daß unterhalb dieser Geschwindigkeit der Strom (s. Abb. 5)

und damit auch das Drehmoment proportional abnehmen. Das Drehmoment ist also nur bei Geschwindigkeiten größer als v_0 konstant.

Mit größer werdender Geschwindigkeit wird der Strom größer. Dies bedingt, daß der Motor sich stärker erwärmen wird als im Falle der selbsterregten Widerstandsbremse mit veränderlichem Widerstand, bei welcher der Strom konstant nach der Geraden $a-a$ der Abb. 5 verläuft und damit auch kleinste Erwärmung ergibt.

Nach der Abb. 5 nimmt zwar mit wachsender Drehzahl der Fluß und damit der Strom im Feld ab. Das Feld wird also in bezug auf Erwärmung geschont, jedoch ist durch den größeren Ankerstrom die Ankererwärmung ausschlaggebend. Die fremderregte Widerstandsbremse besitzt jedoch die Möglichkeit, daß man mit ihr innerhalb eines größeren Geschwindigkeitsbereiches ohne Regelung mit annähernd konstantem Drehmoment fahren kann. Allerdings muß dann die Schaltung z. B. nach Abb. 6 ausgeführt werden. Hier ist noch der Widerstand r_0 vorgesehen, der vom Feldstrom I_f und vom Ankerstrom I_a gemeinsam durchflossen wird. Erzeugt der kleine Hilfsgenerator die Spannung u_0 und hat die Feldwicklung den Widerstand R_f , dann gilt die Beziehung

$$u_0 = (I_a + I_f) r_0 + I_f R_f = I_a r_0 + I_f (r_0 + R_f). \quad (2)$$

Die bildliche Darstellung dieser Gleichung ergibt für I_f in Abhängigkeit des Ankerstromes I_a eine gerade Linie (siehe Abb. 7 a). Machen wir die vereinfachende Annahme, daß der Motor nicht gesättigt sei, dann ist das Drehmoment proportional $I_f I_a$ und kann z. B. in Abb. 7 a durch das schraffierte Rechteck dargestellt werden. Tragen wir das Drehmoment in Abhängigkeit vom Ankerstrom besonders auf, dann ergibt sich die Kurve Abb. 7 b als Parabel. Man

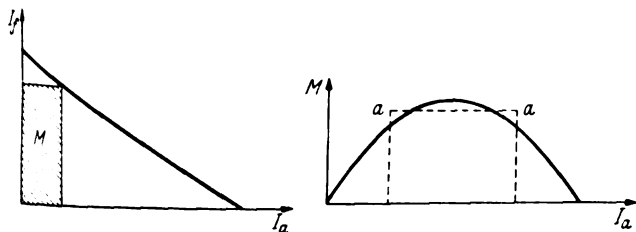


Abb. 7a. Feldstrom in Abhängigkeit vom Ankerstrom.

Abb. 7b. Drehmoment in Abhängigkeit vom Ankerstrom.

erkennt, daß z. B. innerhalb des Bereiches $a-a$ das Drehmoment ungefähr konstant ist. Da jedoch aus Gl. 1 folgt, daß die Drehzahlen sich verhalten wie die Quadrate der Ankerströme, erkennt man, daß innerhalb eines größeren Drehzahlbereiches annähernd konstantes Drehmoment möglich ist. Trägt man die Drehzahlkurve bei unregelmäßigem Motor in Abhängigkeit des Drehmomentes auf, so ergibt sich die Kurve der Abb. 8, bei der unterhalb einer bestimmten Drehzahl das Drehmoment stark abnimmt. Man hat also mit der fremderregten Widerstandsbremse den Vorteil, daß sie sich innerhalb eines gewissen Bereiches selbst regeln kann, wobei allerdings praktisch das Drehmoment nicht ganz konstant ist und Abweichungen von der Konstanz sogar oft gewünscht sind, z. B. daß bei größeren Geschwindigkeiten das Moment etwas abnimmt. Statt die Selbstregelung durch einen Widerstand r_0 erfolgen zu lassen, kann man prinzipiell auch mit einer Gegenkompaundwicklung des Hilfsgenerators arbeiten. Statt des Hilfsgenerators kann auch eine Batterie gewählt werden. Man wird überhaupt stets bemüht sein, den zusätzlichen Aufwand für die Erregung

durch Kunstsaltungen usw. klein zu halten. Die fremderregte Gleichstrom-Widerstandsbremse kann selbstverständlich auch bei Wechselstromfahrzeugen angewendet werden.

Bei Wechselstromfahrzeugen besteht ferner die Möglichkeit, die Motorfelder mit Wechselstrom von einer geeigneten Transformatorstufe zu erregen und den Motoranker generatorisch auf einen Widerstand arbeiten zu lassen. Ein Hilfsgenerator wird also hier gespart, auch kann die Erregerspannung leicht durch andere Anzapfungen geändert werden. Günstiger sind jedoch meist, wenn überhaupt eine Widerstandsbremse gewählt wird, solche Gleichstrom-Widerstandsbremsen, die unabhängig von der Oberleitungsspannung sind. Ferner haben die Motoren bei Gleichstrom bessere Kommutierungseigenschaften.

Nutzbremse.

Eine einfache, aber wenig brauchbare Nutzbremsschaltung bei Gleichstrom zeigt Abb. 9. Die elektrisch abgegebene Leistung ist, falls u die Fahrdrachtspannung ist, $u I_a$. Diese muß wieder gleich der mechanischen sein, so daß die Beziehung gilt:

$$u I_a = c M n. \quad (3)$$

Soll das Drehmoment konstant bleiben (die Spannung u ist konstant), dann gilt diesmal das Gesetz, daß der Ankerstrom proportional und der Fluß umgekehrt proportional der Drehzahl ist. Die Stromkurven zeigt die Abb. 10. Man erkennt, daß die Klemmenspannung u näherungsweise

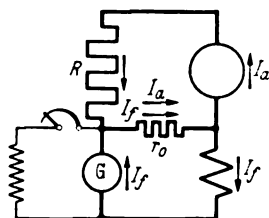


Abb. 6. Fremderregte Gleichstrom-Widerstandsbremse mit Kompaundierungswiderstand r_0 .

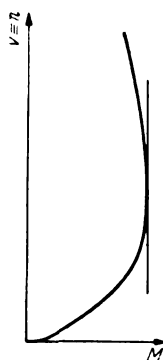


Abb. 8. Geschwindigkeit in Abhängigkeit vom Drehmoment bei der fremderregten Widerstandsbremse mit Kompaundierungswiderstand.

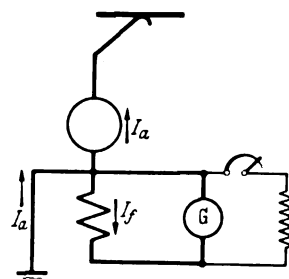


Abb. 9. Nutzbremsschaltung mit Nebenschlußcharakter.

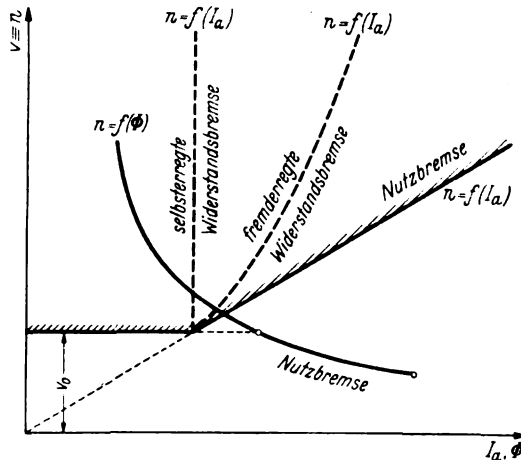


Abb. 10. Drehzahl in Abhängigkeit von Ankerstrom und Fluß, ferner Vergleichskurven für die selbsterregte und fremderregte Widerstandsbremse.

kerstrom proportional und der Fluß umgekehrt proportional der Drehzahl ist. Die Stromkurven zeigt die Abb. 10. Man erkennt, daß die Klemmenspannung u näherungsweise

gleich der EMK und diese gleich $c'n\Phi$ und der maximale Fluß Φ_m gegeben ist, daß unterhalb der Grenzdrehzahl

$$n_0 = \frac{u}{c' \Phi_m} \quad (4)$$

keine Nutzbremung mehr möglich ist. Die Abb. 10 zeigt zum Vergleich die entsprechenden Stromkurven für die fremderregte und selbsterregte Widerstandsbremse. Der Bremsstrom ist bei der Nutzbremung am größten, also auch die zusätzliche Erwärmung. Allerdings hat man jetzt den Vorteil, die Bremsenergie zurückgewinnen zu können.

Die Schaltung nach Abb. 9 ist jedoch nicht recht brauchbar. Nimmt man an, bei einer gegebenen Fahrdrahtspannung wird ein bestimmter Strom I_a von dem Generator abgegeben, so ist dieser

$$I_a = \frac{E - u}{r} \quad (5)$$

Dabei bedeutet E die EMK und r den inneren Widerstand des Motors. Im Bahnbetrieb sind jedoch Spannungsschwankungen unvermeidlich. Sinkt die Spannung u plötzlich auf einen kleineren Wert, so bedingt dies, da r normalerweise klein ist, einen starken Strom- und damit auch einen Zugkraftstoß. Um diese Verhältnisse zu mildern, kann man nach Abb. 11 a in die Verbindung zwischen

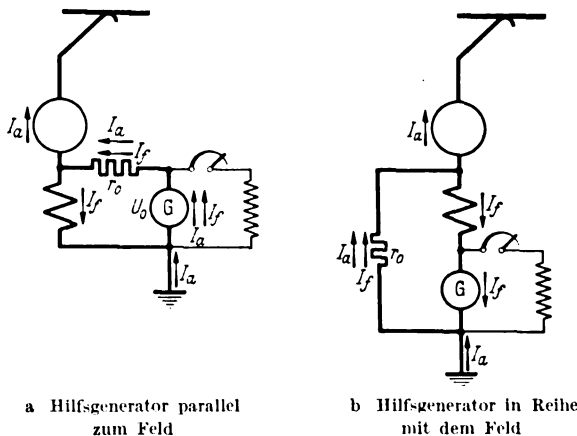


Abb. 11 a u. b. Nutzbremsschaltung für Gleichstrom mit Kompoundierungswiderstand.

dem Hilfsgenerator und dem Feld einen Widerstand r_0 legen, der vom Anker- und Feldstrom durchflossen wird. (Die am Motoranker liegende Spannung ist jetzt etwas kleiner als u .) Sinkt jetzt die Spannung plötzlich ab, so wird im ersten Augenblick ein starker Stromstoß fließen wollen, der durch den Widerstand r_0 muß. Hierdurch entsteht in r_0 ein erhöhter Spannungsabfall, so daß die Spannung, die am Feld wirksam wird, jetzt kleiner ist und dadurch den Feldstrom und auch die EMK erniedrigt. Durch diese Gegenkompoundierung der Schaltung kann also erreicht werden, daß bei Spannungsschwankungen die Stromstöße sich in durchaus erträglichen Grenzen halten. Man kann auch hier innerhalb eines größeren Drehzahlbereiches ohne Regelung mit annähernd konstanter Zugkraft arbeiten (Abb. 12), denn die bezüglich des Drehmomentes gebrachten Überlegungen nach Abb. 7 gelten unverändert. Nur wird der Drehzahlbereich, innerhalb dem gleichbleibende Zugkraft vorhanden ist, etwas kleiner sein als im Falle der fremderregten Widerstandsbremse, da hier bei konstantem Drehmoment die Drehzahlen sich verhalten wie die Ankerströme. Meist wird man die in der Wirkung ähnliche Schaltung nach Abb. 11 b bevorzugen, da hier durch den Hilfsgenerator nur der Feldstrom fließt, der Hilfsgenerator also kleiner wird.

Um bei Wechselstromfahrzeugen eine Nutzbremung durchzuführen, liegt der Gedanke nahe,

die bei der Gleichstromnutzbremung gewonnenen Ergebnisse ins Wechselstromsystem zu übertragen. Statt des Hilfsgenerators, den man beim Gleichstromsystem nur deswegen gewählt hat, um eine kleine Spannung verlustfrei erzeugen zu können, wird man beim Wechselstromsystem eine geeignete Anzapfung am Hauptstromtransformator vorsehen. Die weitere Übersetzung ins Wechselstromsystem würde jedoch nur zulässig sein, wenn sowohl im Anker- als auch im Feldkreis nur ohmsche, nicht dagegen induktive Widerstände vorhanden sind. Leider ist hier die große Induktivität des Feldes, die eine unzulässige Phasenverschiebung des Feldstromes gegen die Er-

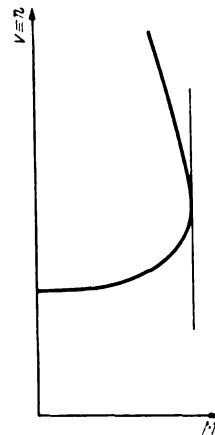


Abb. 12. Geschwindigkeit in Abhängigkeit vom Drehmoment bei der Gleichstromnutzbremung mit Kompoundierungswiderstand.

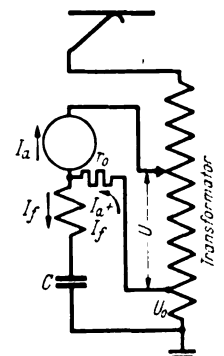


Abb. 13. Nutzbremsschaltung für Wechselstrom.

regerspannung hervorruft, vorhanden. Man kann jedoch die Wirkung einer Induktivität durch eine geeignete Kapazität C kompensieren und erhält dann eine Schaltung gemäß Abb. 13, welche der Schaltung des Gleichstromsystems nach Abb. 11 a äquivalent ist. Diese Schaltung arbeitet auch genügend genau, falls der ohmsche Ankerwiderstand künstlich erhöht wird, damit dessen induktiver Widerstand dagegen zurücktritt.

Um zu einer genaueren Lösung zu kommen, seien jedoch die Verhältnisse im Motor näher untersucht, wobei auch die Induktivität des Ankers, die trotz Kompensationswicklung beachtlich ist, berücksichtigt werde. Wir wollen dabei eine Schaltung anstreben, bei der die Erregung im Feld gleiche Phasenlage wie der Ankerstrom hat. Dies ist günstig, weil das vom Anker erzeugte Drehmoment:

$$M = I_a \Phi \cos \varphi \quad (6)$$

ist, wobei φ der zeitliche Winkel zwischen Ankerstrom und Fluß ist. Ist nach unserer Voraussetzung φ gleich Null, dann ist das Drehmoment am größten. Da die erzeugte elektromotorische Kraft E in Phase mit dem Feldstrom und dem Fluß liegt und E die Spannung U und den induktiven Spannungsabfall $I_a X_a$ und den ohmschen $I_a r_a$ überwinden muß, ergibt sich, sofern wir zunächst $r_0 = 0$ setzen, das in Abb. 14 a gezeichnete Diagramm. Ist der Ankerstrom nur halb so groß, so entsteht die Abb. 14 b, bei der der Winkel φ_2 zwischen der Klemmenspannung und der EMK kleiner geworden ist. Hat man dagegen eine kleine Drehzahl, aber den ursprünglichen Ankerstrom der Abb. 14 a, dann gilt die Abb. 14 c. Sie läßt erkennen, daß der Winkel φ_3 zwischen EMK und Spannung U stark angewachsen ist. Aus den drei Abbildungen 14 a, b, c folgt, daß die Phasenlage des Feldstromes gegenüber der Spannung sich entsprechend den jeweiligen Belastungsverhältnissen ändert. Diese Veränderung des Winkels φ , die notwendig ist, um stets gleiche Phasenlage von Fluß und Ankerstrom zu erreichen, kann jedoch erzeugt werden, indem der kapazitive Widerstand

X_c , der etwas größer ist als der induktive, verändert wird. Die Abb. 15 a u. b zeigen zwei Diagramme, bei denen X_c etwas verschieden gewählt ist, wodurch zwei verschiedene Einstellungen des Winkels φ erreicht werden. Um betrieblich stets den richtigen Winkel φ zu haben, verwendet

gen, die sich normalerweise ungünstig bemerkbar machen, da Kapazität und Induktivität fast auf Resonanz eingestellt sind, sofort ausgeregelt werden. Ferner spielt es keine Rolle, wenn der induktive Widerstand des Feldes sich etwas ändert, z. B. durch Veränderung der neutralen Zone infolge ungenauer Lage der Bürsten (Kippen derselben) bzw. infolge der Rückwirkung der durch die EMK der Transformation erzeugten Kurzschlußströme. Solche Veränderungen werden ausgeregelt.

In der Praxis wird man eine Kapazität von der verlangten Leistung und der niedrigen Spannung, 50 bis 60 V (Feldspannung), der Kosten wegen nicht verwenden. Günstiger ist es, die Feldwicklungen zu unterteilen und beim motorischen Betrieb die Wicklungsteile parallel zu schalten, beim generatorischen Betrieb dagegen in Reihe. Wenn diese Möglichkeit nicht gegeben ist, dann muß der Kondensator, der jetzt mit einer günstigen höheren Spannung gebaut wird, mit einem Transformator angekoppelt werden, z. B. entsprechend Abb. 16 b. Eine weitere Möglichkeit der Ankopplung zeigt auch Abb. 17, deren Wirkungsweise im Prinzip ähnlich ist und bei Gleichstrom der Schaltung Abb. 11 b entspricht.

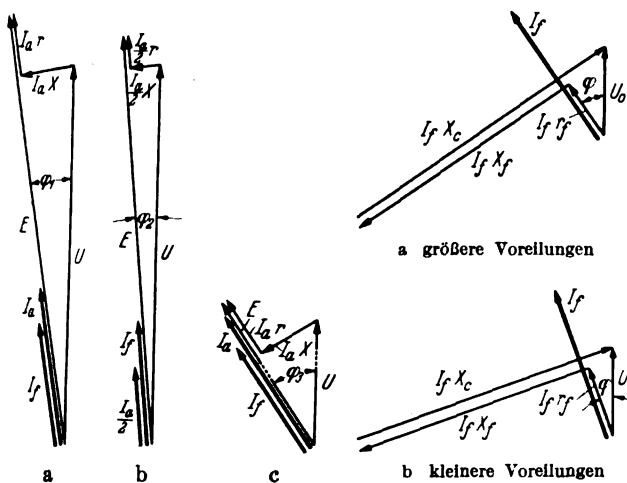


Abb. 15 a u. b. Diagramme für die Vorellung des Feldstromes.
a beim Ankerstrom I_a
b beim Ankerstrom $I_a/2$
c beim Strom I_a , jedoch bei kleiner Klemmenspannung

Abb. 14 a bis c. Diagramme für die Nutzbremmung bei Wechselstrom.

man am besten einen kleinen Asynchronmotor m (Abb 16), dessen Ständer zwei aufeinander senkrecht stehende Wicklungen besitzt. Die eine Wicklung wird vom Feldstrom I_f und die andere vom Ankerstrom I_a durchflossen. Haben beide gleiche Phasenlage, so wirkt auf den Läufer ein Wechselfeld, und es entsteht kein Drehmoment. Ist jedoch eine Phasenverschiebung vorhanden, so dreht sich der Läufer in dem einen Sinne und verstellt (s. Abb. 16 a) die

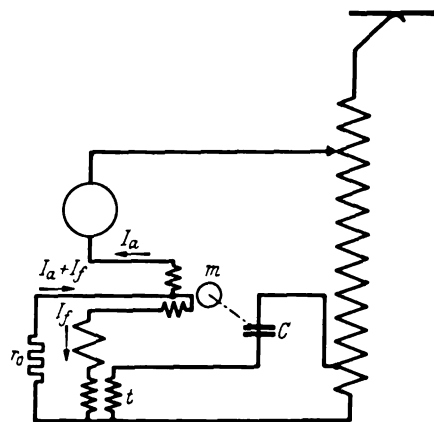


Abb. 17. Nutzbremmschaltung für Wechselstrom mit Kompoundierungswiderstand r_a parallel zum Feldkreis.

Während bei der Gleichstromnutzbremmung die Spannung u konstant war, kann bei Wechselstrom die Spannung U durch den Regeltransformator beliebig geändert werden. Man wird deshalb hier bei konstantem Bremsmoment praktisch mit konstantem Strom fahren können (günstig in bezug auf Erwärmung), indem mit kleiner werdender Geschwindigkeit die Spannungsanzapfungen am Transformator erniedrigt werden. Man kann ferner, da U beliebig erniedrigt werden kann, bei der Wechselstromnutzbremmung auf kleinere Geschwindigkeiten herunturbremsen als bei Gleichstrom.

Zusammenfassung.

Im vorstehenden sind einige Bremsmöglichkeiten gezeigt, die bei elektrischen Vollbahntriebfahrzeugen zur Ausführung kommen können. Dabei wurden nur die wesentlichsten Gesichtspunkte behandelt, es wurde nicht auf die Schwierigkeiten eingegangen, die bei der Umschaltung vom Fahrbetrieb auf Bremsbetrieb vorhanden sind bzw. auftreten, falls mehrere Motoren gemeinsam bremsen. Die selbsterregte Gleichstrom-Widerstandsbremse zeigte den Vorteil, daß sie unabhängig von der Fahrdrahtspannung und in bezug auf Erwärmung also für die Bemessung der Motoren sehr günstig ist, und daß mit ihr bis fast auf Null heruntergebrems werden kann. Bei der fremderregten Widerstandsbremse ist die Erwärmung größer als bei der selbsterregten. Auch erfordert sie eine besondere Erregerstromquelle; dafür hat sie den Vorteil, daß sie sich gut eignet, ohne jede Regelung innerhalb eines größeren Bereiches annähernd konstante

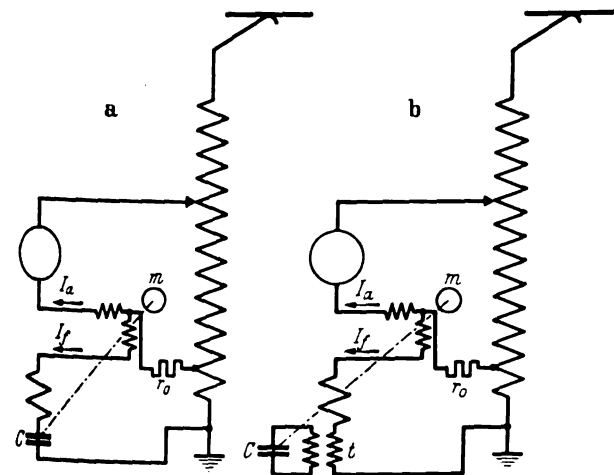


Abb. 16. Nutzbremmschaltung für Wechselstrom mit selbsttätiger Regelung der Kapazität.
a Kapazität unmittelbar in Reihe mit dem Feld
b Kapazität über einen Hilfstransformator angekoppelt

Kapazität C (diese hat einige Anzapfungen), bis die richtige Phasenübereinstimmung zwischen Feld und Ankerstrom wieder vorhanden ist. Damit der Motor bei Phasengleichheit auch wieder zum Stillstand kommt und nicht als Einphasenmotor weiterläuft, muß sein Läuferwiderstand wesentlich größer als bei einem normalen Motor bemessen sein.

Durch die selbsttätige Einstellung der Kapazität erreicht man ferner, daß auch kleine Frequenzschwankun-

Bremskraft zu erzeugen. Bei kleineren Geschwindigkeiten nimmt die Bremskraft stark ab. Auch diese Bremse kann bei geeigneter Ausbildung der Fremderregung unabhängig von der Fahrdrachtspannung arbeiten. Beide Gleichstrombremsen lassen sich bei Wechselstromfahrzeugen anwenden. Die Gleichstromnutzbremsung ist in bezug auf Erwärmung der Motoren ungünstiger als die

Widerstandsbremsen, bietet allerdings bis zu einer Grenzgesehwindigkeit den Vorteil der Stromrückgewinnung. Bei Wechselstromfahrzeugen ist ebenfalls eine Nutzbremsung möglich, allerdings sind bei den gebrachten Schaltungen Kondensatoren erforderlich. Man kann, da bei Wechselstrom die Transformatorspannung geregelt werden kann, bis fast auf Null herunter nutzbremsen.

Die Technik des Magnetfeldröhrensenders.

Die stürmische Entwicklung im Dezimeterwellengebiet verdankt ihren Ursprung zum großen Teil den hervorragenden Eigenschaften des Magnetfeldröhrensenders¹⁾. Wenn auch heute wieder vielfach dem altbewährten Rückkopplungsprinzip der Vorzug gegeben wird, so liegt das einmal daran, daß man vielfach aus empfangstechnischen Gründen auf relativ lange Dezimeterwellen in der Gegend von 50 cm angewiesen ist, andererseits auch daran, daß die kleinen Leistungen des Rückkopplungsprinzips für die in Frage stehenden Reichweiten sich noch als ausreichend erwiesen haben. Für die Erzeugung großer Leistungen und kürzester Wellen ist der Magnetfeldröhrensender jedoch nach wie vor der gegebene Generator und wird durch fortgesetzte Weiterentwicklung noch eine große Zukunft besitzen.

Der heutige Magnetfeldröhrensender beruht auf anderen Vorgängen als das sog. klassische Magnetron, mit dem er nur das elektrische Gleichfeld und das senkrecht dazu stehende längs des Heizfadens gerichtete magnetische Feld gemeinsam hat²⁾. Das Magnetronprinzip erzeugte Schwingungen durch Rückkopplung von Schwingenergie in den magnetischen Kreis, der gewissermaßen den Steuerkreis der normalen Rückkopplung darstellt. Diese Magnetronschwingungen sind naturgemäß auf sehr lange Wellen beschränkt. Beim Magnetfeldröhrensender unterscheidet man zwei Haupterscheinungsgruppen, die beide durch elektrische Steuerungen gekennzeichnet sind³⁾: erstens die Habannschwingungen, die als Folge einer statisch einstellbaren, auf einem Stromverteilungsmechanismus beruhenden negativen Kennlinie auftreten und die für Dezimeterwellen nicht in Betracht kommen; zweitens die Laufzeitschwingungen, deren Frequenz wesentlich durch die Umlaufzeiten periodisch von den Elektronen durchlaufener Bahnen bestimmt wird. Hier durchlaufen die einzelnen Elektronen periodisch infolge des magnetischen und elektrischen Feldes gekrümmte Bahnen. Durch Ordnung der einzelnen Elektronen zu gleichphasigen Elektronengruppen treten an den Elektroden Potentialschwankungen auf. Die Ordnung zu gleichphasigen Bewegungen sowie die Aussonderung der falschphasigen Elektronen erfolgt insbesondere durch die Potentialschwankungen von elektrischen Schwingkreisen, deren Eigenperiode mit der Elektronen-Umlaufperiode übereinstimmt. Bei den Laufzeitschwingungen unterscheidet man wieder die Schwingungen erster Ordnung, bei denen die Elektronen-Eigenperiode übereinstimmt mit der Schwingkreis-Eigenperiode, von den sog. Schwingungen höherer Ordnung, bei denen die Elektronen-Eigenfrequenz ein Vielfaches, mindestens das Vierfache der Schwingkreisfrequenz, ist. Diese Schwingungen höherer Ordnung zeichnen sich durch hohen Wirkungsgrad und große Leistung aus. Eine Sonderstellung nehmen die Vier- und Mehrschlitzröhren ein, die auch die sog. Schwingung zweiter Ordnung erzeugen, bei denen die Elektronen-Eigenfrequenz nur das Doppelte der Schwingkreisfrequenz beträgt.

Die technische Entwicklung ist durch zwei Wege gekennzeichnet, die gleichzeitig zu beschreiten immer das Ziel war, die aber naturgemäß nur getrennt gegangen werden können. Erstens die Entwicklung zu großen Leistungen und zweitens zu möglichst kurzen Wellen. Für die Erzeugung von kurzen Wellen kommen nur Schwin-

gungen mit niedrigen Ordnungszahlen in Frage. Eine Gegenüberstellung der beiden Schwingungsarten erster Ordnung und zweiter Ordnung zeigt die erforderlichen Betriebsdaten:

I. Ordnung ($n = 1$)

$$\lambda = \frac{1600 \cdot r_a}{\sqrt{U_a}} \text{ in cm}$$

$$H = 6,72 \cdot \frac{\sqrt{U_a}}{r_a} = \frac{10\,700}{\lambda} \text{ in Gauß}$$

II. Ordnung ($n = 2$)

$$\lambda = \frac{3600 \cdot r_a \cdot n \sqrt{\frac{1}{n p - 1}}}{\sqrt{U_a}} \text{ in cm (für } n > 1)$$

$$H = \frac{10\,700 \cdot n^2 p}{(n p - 1) \lambda} \text{ in Gauß.}$$

(λ = Wellenlänge, U_a = Anodenspannung, H = Magnetfeldstärke in Gauß, n = Ordnungszahl, r_a = Anodenradius und p = Polpaarzahl.)

Diese Gleichung zeigt, daß zur Verringerung der Wellenlänge einerseits die Anodenspannung immer mehr gesteigert werden muß, andererseits der Anodendurchmesser immer kleiner werden muß. Bei den z. Z. kleinsten herstellbaren Anodendurchmessern in der Größe von einigen zehntel Millimeter und der relativ großen elektrischen Feldstärke von etwa 40 kV/cm beträgt die Wellenlänge etwa 1 cm. Diese zwangsläufige Verkleinerung der Senderröhren führt zu einer außerordentlichen Verringerung der erzielbaren Nutzleistung, die in erster Näherung proportional der Elektrodenoberfläche ist. Eine weitere Schwierigkeit bringt der außerordentlich hohe Anstieg des Innenwiderstandes mit abnehmender Wellenlänge mit sich. Der Innenwiderstand errechnet sich aus:

$$R_i = \frac{U_a n^2 \cdot 8750}{\lambda^2 (n p - 1)} = \frac{8,75 \cdot 10^{10} r_a^2 n^4}{\lambda^4 (n p - 1)^2} \text{ in } \Omega \text{ (für } n > 1)$$

$$R_i = \frac{2260 \cdot U_a}{\lambda^2} \text{ in } \Omega \text{ (für } n = 1).$$

Da der Außenwiderstand im Gebiet der Zentimeterwellen dauernd abnimmt, ergibt sich mit abnehmender Wellenlänge eine zunehmende Fehlanpassung der statischen Widerstände, die jedoch, wie der Versuch gezeigt hat, nicht so sehr ins Gewicht fällt, da die dynamischen Widerstände etwa proportional der Frequenz herabtransformiert werden. Zur Leistungserhöhung hat man auch bei Zentimeterwellen mit Erfolg die Wasserkühlung angewandt. Eine besonders brauchbare Lösung ist von amerikanischer Seite vorgeschlagen worden: eine ungeschlitzte Röhre wird wasserdicht mit ihrer Längsrichtung in die konzentrisch ausgehöhlten Polschuhe eines permanenten Magneten eingesetzt. Dieser Sender erzeugt bei 4,8 cm Wellenlänge etwa 3 W Hochfrequenzleistung bei einem Wirkungsgrad von etwa 1 %.

Zur Erzeugung größter Leistungen ist man wegen des besseren Wirkungsgrades auf höhere Schwingungsordnungen angewiesen, deren Anwendung natürlich zu längeren

¹⁾ Nach O. H. Groos, Elektr. Nachr.-Techn. 14 (1937) S. 325; 16 S., 23 Abb.

²⁾ Vgl. F. W. Gundlach, ETZ 58 (1937) S. 653.

³⁾ Hierzu s. a. ETZ 58 (1937) S. 1227, Posthumus-Schwingungen.

Wellen im Dezimeterwellenbereich führt. Die erzeugbare Leistung ergibt sich zu

$$N_{\sim} = \frac{\lambda^2 N_z \eta U_a [n p - 1] 3,76 \cdot 10^{-6}}{n^2} \text{ in W}$$

(η = Wirkungsgrad, N_z = zulässige Anodenbelastung je cm^2).

Die Gleichung zeigt einmal die quadratische Abnahme der Leistung mit abnehmender Wellenlänge und zweitens eine lineare Abnahme mit zunehmender Schwingungsordnung. Aus diesem Grunde und infolge des besseren Wirkungsgrades ist die Vierschlitzröhre der Zweischlitzröhre wesentlich überlegen. Die erzeugbare Hochfrequenzleistung mit der Vierschlitzröhre ist rund zehnmal so groß wie die der Zweischlitzröhre. Daneben erfordert die Vierschlitzröhre weniger als die Hälfte der Magnetfeldstärke. Praktische Versuche mit wassergekühlten Hochleistungsrohren wurden bisher jedoch wegen des einfachen Aufbaues nur mit Zweischlitzröhren durchgeführt, die in besonderen Fällen eine Hochfrequenzleistung von fast 1 kW bei etwa 1 m Wellenlänge erzeugten. Die Hauptschwierigkeit bereitet neben einer ausreichenden Wärmeabfuhr der sog. Rückheizeffekt, der durch unsymmetrischen Rücklauf der Elektronen entsteht, die infolge Aufprallens auf die Kathode deren Emission auf ein Vielfaches steigert. Als wirksames Mittel dagegen erwies sich bis jetzt ein Schutzgitter, das gleichzeitig zur Modulation benutzt werden kann, das aber den Wirkungsgrad des Senders beträchtlich herabsetzt.

Die Modulationsfähigkeit des Magnetfeldröhrensenders ist noch wenig befriedigend. Die direkten Modulationsverfahren, die auf einer Änderung der elektrischen

oder magnetischen Feldstärke beruhen, haben alle gemeinsam, daß durch sie die optimalen Schwingungsbedingungen verschlechtert werden und der Sender zu Unstetigkeiten oder zum Reißen gebracht wird. Daneben ändert sich infolge Elektronenbahnänderung die Frequenz so wesentlich, daß mit Rücksicht auf empfindliche Empfänger nur eine geringe Modulationstiefe möglich ist.

Neuerdings sind Versuche im Gange, die Modulationsfähigkeit des Magnetfeldröhrensenders durch Modulationsverfahren zu verbessern, die die Frequenz des Senders nicht beeinflussen. Hier gewinnt die aus der Bildtelegraphie bekannte Zeitmodulation Beachtung. Der Sender arbeitet dabei mit konstanter Amplitude und wird in unmoduliertem Zustand mit einer bestimmten Periode ein- und ausgeschaltet. Bei der Modulation wird die Dauer der eingeschalteten Zeit entsprechend der Amplitude gegenüber der Dauer der ausgeschalteten Zeit einer solchen Periode geändert. Dabei spielen die Unstetigkeiten und Reißstellen des Senders keine Rolle, da er mit konstanter Amplitude arbeitet. Ein anderes neues Modulationsverfahren beruht auf der Erkenntnis, daß der Sender zwei Modulationsrichtungen hat, den sog. ansteigenden und den fallenden Ast der Modulationskennlinie. Auf dem steigenden Ast wird durch eine Vergrößerung der elektrischen Feldstärke die Hochfrequenzleistung vergrößert, auf dem fallenden Ast dagegen verkleinert. Die beiden Modulationsäste traten auch bei Gitterspannungsmodulation oder Magnetfeldmodulation auf. Durch eine geeignete Kombinationsmodulation läßt sich erreichen, daß sich die Elektronenbahn und damit die Frequenz der Schwingungen nicht ändert, während die Amplitude voll angesteuert wird. *Grs.*

Entionisierungszeiten von Stromrichtern.

(Mittteilung aus dem Institut für elektrische Maschinen der T. H. Hannover.)

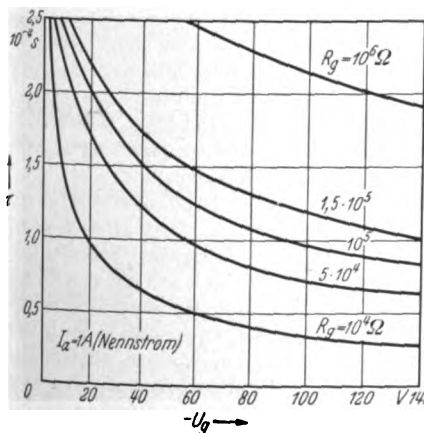
Von W. Ostendorf, Hannover.

Übersicht. Die Arbeit weist auf die Bedeutung der Entionisierungszeit von Stromrichtern hin, behandelt ihre Abhängigkeit von verschiedenen Größen und zeigt Wege zu ihrer Beeinflussung.

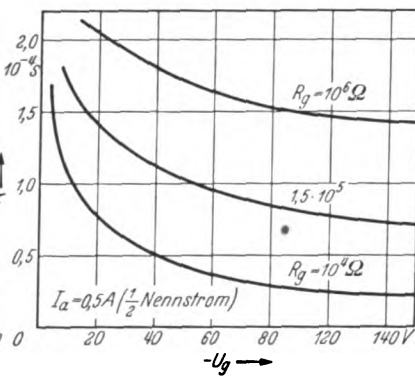
Für die Wirksamkeit der Gittersteuerung von Stromrichtern ist es eine wesentliche Voraussetzung, daß zu Zeiten, in denen von den Gittern eine Sperrung verlangt

Erlöschen des Lichtbogens seine Sperrfähigkeit wiedererlangt haben muß, da die durch den Lichtbogen entstehenden positiven und negativen Ladungsträger erst allmählich durch Wiedervereinigung bzw. durch Abwanderung zu den Elektroden oder Gefäßwänden unwirksam werden. Es gibt viele Anwendungen der Stromrichter, bei denen die Spannung einer Anode gegenüber der Kathode sehr bald nach dem Erlöschen des Lichtbogens

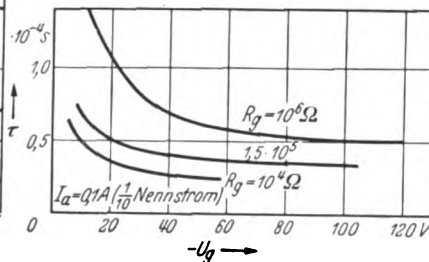
positive Werte annimmt, der Lichtbogen aber nicht wieder einsetzen darf. Als kennzeichnendes Beispiel für solche Fälle sei der Betrieb von Wechselrichtern aller Art, insbesondere bei hohen Frequenzen, erwähnt.



a beim Nennstrom der Röhre



b beim halben Nennstrom



c bei 1/10 Nennstrom

Abb. 1. Entionisierungszeit eines Glühkathoden-Stromrichters, abhängig von der negativen Gittervorspannung bei verschiedenen Gitterwiderständen.

wird, die Anzahl der in der Entladungsstrecke vorhandenen Ionen genügend gering ist, so daß durch sie keine Neutralisierung einer negativen Gitterspannung eintreten kann. Die Erfüllung dieser Bedingung stößt auf Schwierigkeiten, wenn das Gitter sehr kurze Zeit nach dem

Dabei kann die „Entionisierungszeit“, d. h. die Zeit, die nach dem Erlöschen des Lichtbogens verstreichen muß, um dem Gitter seine Sperrfähigkeit wiederzugeben, von ausschlaggebender Bedeutung für die Brauchbarkeit des Gerätes überhaupt bzw. für seine Belastbarkeit werden.

Es ist dann wichtig, die Entionisierungszeit beeinflussen zu können und dadurch die Brauchbarkeit des Gerätes zu erhöhen.

Die folgenden Untersuchungen sollen zeigen, wie man die Entionisierungszeit gegebener Stromrichter durch geeignete Schaltungen beeinflussen kann. Es erscheint einleuchtend, daß die Herabsetzung der Ionenzahl auf das zur Erreichung der Sperrfähigkeit des Gitters zulässige Höchstmaß um so schneller geschehen kann, 1. je kleiner die in der Entladungsstrecke vorhandene Ionenzahl war, 2. je mehr Ionen von den Elektroden in der Zeiteinheit abgeführt werden. Der Aufbau des Entladungsgefäßes, die Anordnung seiner Elektroden und die Art des verwendeten Gases beeinflussen beide obenerwähnten Bedingungen, für ein gegebenes Gefäß jedoch liegen alle diese Dinge fest. Die Zahl der in der Entladungsstrecke vorhandenen Ladungsträger wächst mit steigendem Strom und steigendem Druck, beides wird daher auf Erhöhung der Entionisierungszeit hinwirken. Für die Schnelligkeit der Ionenabfuhr aus dem Bereiche des Gitters sind in erster Linie die an das Gitter angeschlossene Spannung und der Widerstand, über den diese Spannung mit dem Gitter verbunden ist, maßgebend.

Entladungsgefäße mit Glühkathode arbeiten im allgemeinen mit wenig veränderlichem Druck, der von dem Hersteller des Gefäßes von vornherein auf einen geeigneten Wert gebracht wird. Die Entionisierungszeiten von Glühkathoden-Stromrichtern sind daher praktisch eine eindeutige Funktion des zu löschenden Anodenstromes, der Gitterspannung und des Gittervorwiderstandes. In Abb. 1 a bis c sind Kurvenscharen der Entionisierungszeit in Abhängigkeit von der negativen Gitterspannung gezeigt, wie sie an einem Glühkathodenstromrichter für 1 A Gleichstrommittelwert, 1000 V Sperrspannung gemessen wurden. Man erkennt deutlich, wie eine Erhöhung der negativen Gittervorspannung und Verringerung des Gitterwiderstandes die Entionisierungszeit bei gegebenem Anodenstrom herabsetzen. Verringerung des Anodenstromes bewirkt ebenfalls eine wesentliche Verminderung der Entionisierungszeit. Die Entionisierungszeiten wurden mit Gleichstrom nach der in Abb. 2

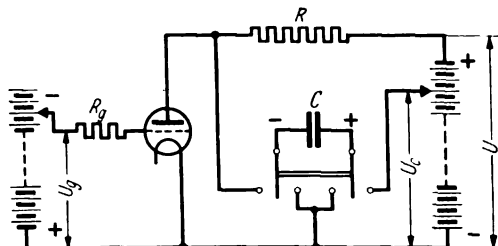


Abb. 2. Schaltung zur Messung der Entionisierungszeit von Stromrichtern mit Gleichstrom.

gezeigten Schaltung gemessen. Ein Anodenstrom wurde eingestellt, der Löschkondensator C durch Rechtslage des Schalters mit der gezeichneten Polarität auf die Spannung U_c aufgeladen, dann der Schalter plötzlich nach links umgelegt. Die Anode des Gefäßes wird damit negativ gegenüber der Kathode, der Lichtbogen erlischt. Infolge der geringen Induktivitäten im Löschkreise geht die Löschung außerordentlich schnell vor sich (10^{-7} bis 10^{-6} s), der Kondensator ändert seine Spannung während dieser Zeit praktisch nicht. Nach der Löschung wird der Kondensator über den Widerstand R umgeladen. Sind noch genügend Ionen in der Entladungsstrecke vorhanden, so erfolgt trotz negativer Gitterspannung U_c eine Neuzündung, wenn die Anode eine positive Spannung gegenüber der Kathode erreicht hat, die etwa gleich dem Lichtbogenspannungsabfall ΔU ist. Die Zeit, die bis zum Erreichen dieses Spannungswertes verstreicht, läßt sich leicht errechnen, sie ist gegeben durch die Gleichung:

$$t_0 = RC \ln \frac{U + U_c}{U - \Delta U} \quad (1)$$

Der Spannungsanstieg folgt dem in Abb. 3 dargestellten Verlauf.

Bei der Messung wurde so verfahren, daß mit konstanten Spannungen U und U_c und festen Werten des Anodenstromes I_a und der Gitterspannung U_g durch Umlagen des Schalters wiederholt versucht wurde, das Gefäß zu löschen. Der Kondensator C wurde jedesmal kleiner gewählt. Mit der kleinsten Kapazität, mit der die Löschung noch gelang, wurde nach Gl. (1) die Zeit t_0 berechnet, die dann

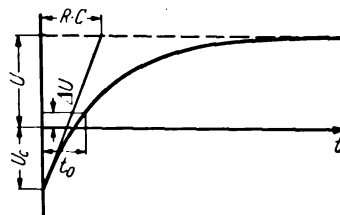


Abb. 3. Verlauf der Spannung zwischen Anode und Kathode des Stromrichters nach Löschung des Lichtbogens.

gleich der Entionisierungszeit τ gesetzt werden kann. Die errechneten Werte von τ waren praktisch unabhängig von den Spannungen U und U_c . Dies beweist, daß es zur Herstellung der Sperrfähigkeit des Gitters hauptsächlich auf die Entfernung der Ionen aus der unmittelbaren Nähe des Gitters ankommt, was sich nur durch Abfuhr über das Gitter selbst schnell erreichen läßt. Die Meßwerte zeigten auch keine Abhängigkeit von der Brenndauer der Röhre, was auf konstante Druckverhältnisse im Rohre selbst schließen läßt. Die Meßwerte sind aus diesem Grunde ohne weiteres auf Betrieb mit Wechselströmen zu übertragen, wie durch oszillographische Bestimmungen der Entionisierungszeiten im Wechselrichterbetrieb bestätigt wurde. An anderen Glühkathoden-Stromrichtern aufgenommene Kennlinien der Entionisierungszeit ergaben qualitativ den gleichen Verlauf wie in Abb. 1.

Schwieriger gestaltet sich die Bestimmung der Entionisierungszeiten von Quecksilberdampf-Stromrichtern wegen der Veränderlichkeit des Druckes im Gefäß. Die Messung in der Schaltung nach Abb. 2 gibt nur dann eindeutige Werte der Entionisierungszeit, wenn bei jeder Messung die gleiche Zeit vom Einsetzen des Anodenstromes bis zum Löszeitpunkt verstreicht. Die erhaltenen Werte sind daher auf Wechselstrombetrieb nicht übertragbar. Der Verlauf der Kurven $\tau = f(U_g)$ entspricht aber auch ganz dem in Abb. 1 gezeigten. Die Größe der Entionisierungszeiten liegt bei Gefäßen mit großem Nennstrom durchweg höher als bei kleinen Röhren, an einem dreianodigen Quecksilberdampf-Stromrichter für 25 A, 220 V wurden in ungünstigen Fällen bis zu $\tau \approx 10^{-3}$ s gemessen.

Die Meßergebnisse lassen die möglichen Wege zur Verringerung der Entionisierungszeiten bei Stromrichtern erkennen. Da der Anodenstrom meist nicht frei wählbar ist, bleiben Gitterwiderstand und Gitterspannung als Veränderliche. Verringerung des Vorwiderstandes bedingt in jedem Falle eine Erhöhung des Leistungsbedarfes des Gitterkreises, die häufig unerwünscht ist. Bei Wechselstrombetrieb kann während der Freigabezeit des Gitters und der Brenndauer der zugehörigen Anode der Gitterstrom erhebliche Werte annehmen. Bei Verwendung von Stoßsteuerungen läßt sich der Eigenverbrauch im Gitterkreise unter Umständen auch bei kleinen Gitterwiderständen durch Verringerung der Freigabezeit des Gitters verhältnismäßig klein halten, vielfach sind aber auch hier dem Höchstwert des Gitterstromes durch die Eigenschaften des Stoßspannungserzeugers Grenzen gesetzt. Eine Verringerung der Entionisierungszeiten der Stromrichter ist ferner durch Erhöhung der negativen Gitterspannung möglich. Bei den meisten Steuerschaltungen bedingt eine solche Erhöhung aber wieder eine Vergrößerung des Leistungsverbrauches im Gitterkreise.

Ein Kunstgriff, der es gestattet, die Entionisierungszeit herabzusetzen, ohne gleichzeitig den Eigenverbrauch

im Gitterkreise wesentlich zu erhöhen, ist die Überbrückung der Gitterwiderstände durch Kondensatoren geeigneter Größe bei Wechselstromschaltungen. Die Kondensatoren laden sich durch den während der Freigabe-

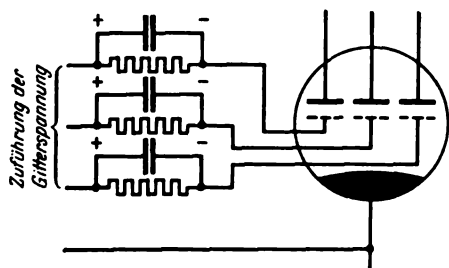


Abb. 4. Schaltung zur Erzielung geringer Entionisierungszeiten.

zeit der Gitter fließenden Strom mit der gezeichneten Polarität auf (Abb. 4) und halten ihre Spannung auch während der Sperrzeit annähernd konstant. Beim Löschen

der Anoden kann der Ionenstrom keinen erheblichen Spannungsabfall am Gitterwiderstand hervorrufen, die Wirkung ist also ähnlich, als wenn dieser Widerstand geringer bemessen wäre. Besonders geeignet ist die Schaltung in Verbindung mit Stoßsteuerungen aller Art, da die Kondensatorspannung gleichzeitig die negative Gittervorspannung liefert. Mit einer Anordnung dieser Art wurde bei einem Wechselrichter eine Herabsetzung der Entionisierungszeit auf etwa ein Viertel des Wertes ohne die Kondensatoren erreicht. Man kann Kondensatoren zur Herabsetzung der Entionisierungszeit auch an anderen Stellen des Gitterkreises vorsehen, die Wahl geeigneter Schaltungen hängt von den jeweils vorliegenden Bedingungen ab.

Zusammenfassung.

Die Entionisierungszeiten gegebener Stromrichter hängen vom Gasdruck, dem Anodenstrom, der Gitterspannung und dem Gittervorwiderstand ab, der Einfluß dieser Größen wird gezeigt. Ein Verfahren zur Messung der Entionisierungszeit wird angegeben, ferner wird auf die Möglichkeiten zu ihrer Herabsetzung eingegangen.

Ein neues Prüfgerät für permanente Magnete.

(Mitteilung aus dem Elektrotechnischen Institut der T. H. Stuttgart.)

Von W. Breitling, Stuttgart.

Übersicht. Ein neu entwickeltes Prüfgerät für permanente Magnete mit vielseitiger Verwendbarkeit wird beschrieben. Auf Grund der mit dem Gerät ausgeführten Messungen wird die Brauchbarkeit untersucht.

Obwohl Messungen an permanenten Magneten grundsätzlich fast mit jedem der bereits vorhandenen Geräte möglich sind, sprachen verschiedene Gründe dafür, ein neues Gerät für diese Messungen zu entwickeln. Es wird sich gegenüber den vorhandenen Geräten nicht um ein anderes Meßprinzip handeln, sondern um ein anderes Meßverfahren. Im allgemeinen soll der Zusammenhang zwischen Induktion B und Feldstärke H bestimmt werden. Während mit den gebräuchlichen Meßverfahren die Hystereseschleife oder ein Teil von ihr aufgenommen wird, soll mit diesem der im folgenden „permanente Zustandskurve“ genannte Zusammenhang zwischen B und H beim permanenten Magneten ermittelt werden. Schon lange ist bekannt¹⁾, daß diese permanente Zustandskurve nicht der Teil der Hystereseschleife ist, der im Schrifttum mit „Entmagnetisierungslinie“ bezeichnet wird, sondern annähernd eine Gerade oder bei Aufnahme eines vollständigen Umlaufs eine schmale Schleife.

Anforderungen an ein Prüfgerät für permanente Magnete.

Von einem Prüfgerät für permanente Magnete muß verlangt werden:

1. Verwendbarkeit für alle Probenformen.

Diese Forderung ist wohl die wichtigste, da an dem fertigen permanenten Magneten nichts mehr geändert werden darf und sie deshalb möglichst vollkommen erfüllt werden muß. Dies ist sehr schwierig, denn die vorkommenden Formen sind sehr mannigfaltig, besonders seit der Verwendung der Alnistähle, die wegen ihrer anderen magnetischen Eigenschaften andere Formen bedingen als die früher ausschließlich verwendeten Stähle. Bei diesen Kohlenstoff-, Chrom- und Kobaltstählen ist

¹⁾ E. Kempken, Experimentaluntersuchungen zur Konstitution permanenter Magnete. Diss. Tübingen 1906. P. Gehne, Das Verhalten permanenter Magnete bei Änderung des äußeren magnetischen Widerstandes. Diss. Halle—Wittenberg 1907.

wegen der kleinen Feldstärke eine große Magnetlänge erforderlich, die Magnete haben daher meist Hufeisenform. Die Magnete aus Alnistahl dagegen sind kurz und gedrungen. Wegen dieser Verschiedenheit der Magnetformen sind bisher fast alle Magnetprüfgeräte nur für eine bestimmte oder einige ähnliche Magnetformen gebaut worden. Vielfach werden sogar nur Probestäbe gemessen, deren Maße genau vorgeschrieben sind. Diese Möglichkeit scheidet jedoch aus, da die Verschiedenheit der Größenverhältnisse und unvermeidliche Härteunterschiede zu große Fehler bringen. Ebenso soll es nicht notwendig sein, bei der Formgebung der permanenten Magnete Rücksicht auf das Prüfgerät zu nehmen.

2. Kurze Meßzeit.

Man wird sich bei Messungen an permanenten Magneten im allgemeinen nicht mit der Bestimmung eines magnetischen Zustandes begnügen können, sondern wird die permanente Zustandskurve aufnehmen müssen. Dazu sind mehrere Meßpunkte notwendig, so daß die einzelne Messung möglichst rasch erfolgen sollte. Dem steht gegenüber, daß die ballistischen Galvanometer, die wegen der verlangten Genauigkeit und je nach Meßverfahren verwendet werden müssen, zu große Ausschlagszeiten haben. Daher ist es zweckmäßig, ein solches Meßverfahren zu wählen, bei dem man ohne oder mit nur einem ballistischen Instrument auskommt, wobei jedoch wieder auf die notwendige Genauigkeit Rücksicht genommen werden muß. Aber nicht allein dies beeinflußt die Meßdauer. Die Einspannzeit, die einen wesentlichen Teil der Gesamtmeßzeit ausmacht, soll möglichst kurz sein. Dazu ist notwendig, daß das Gerät leicht und schnell einstellbar ist. Die Einspannung soll nicht durch die Magnetisierungs- oder Hilfsspulen behindert sein. Die Schnelligkeit steht also auch in Wechselbeziehung mit der Bequemlichkeit.

3. Genauigkeit.

Bei jedem Gerät wird man je nach Verwendungszweck eine bestimmte Genauigkeit fordern. Sie soll bei diesem Gerät möglichst hoch sein, da es allgemein verwendbar sein soll. Sie wird jedoch nicht so groß sein können wie

bei einem Gerät, das nur für eine bestimmte Magnetform gebaut ist. Sie wird bis zu einem gewissen Grad von den Meßverfahren und damit auch von den verwendeten Instrumenten abhängig sein. Dem ist jedoch nach obigem eine Grenze gesetzt durch die Forderung nach kurzer Meßzeit. Im allgemeinen wird der Vorteil großer Genauigkeit nur auf Kosten der Schnelligkeit bei der Messung zu erreichen sein und umgekehrt.

4. Bequemlichkeit.

Um bei der Messung eine große Schnelligkeit erreichen zu können, muß man verlangen, daß das Gerät in der Handhabung bequem sein soll. Außer der leichten Einstellung des Geräts auf die verschiedenen Magnetformen ist auch eine direkte Ablesung der Meßwerte erwünscht.

Aufbau des Geräts.

Da das Gerät zu Messungen an fertigen permanenten Magneten dienen soll und sich daher nach den verschiedenartigen Magnetformen richten muß, kommt hier nur das Jochverfahren in Frage. Der magnetische Kreis wird durch ein Joch aus magnetisch weichem Werkstoff geschlossen (Abb. 1). Dies ergibt bei günstiger Bemes-

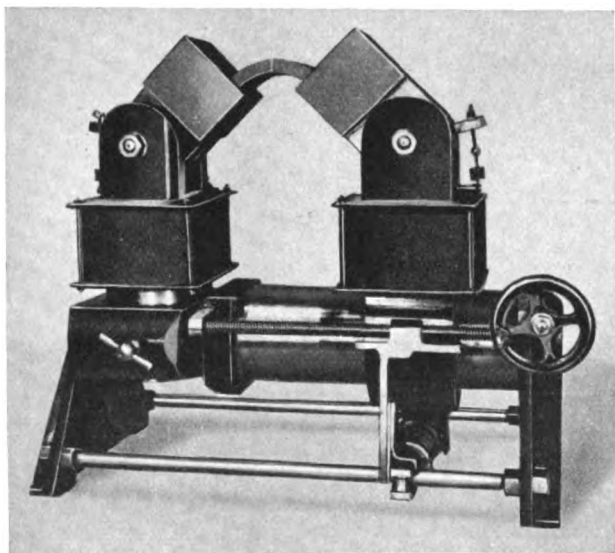


Abb. 1. Das verstellbare Joch mit einem eingespannten permanenten Magneten.

sung des Joches praktisch den Zustand des magnetischen Kurzschlusses. Um die vollständige permanente Zustandskurve zu erhalten, muß man mit Hilfe von Magnetisierungsspulen gegenmagnetisieren. Wie die Untersuchung von Laub²⁾ gezeigt hat, ergibt dieses Verfahren dasselbe wie die Änderung des äußeren magnetischen Widerstandes durch Luftspaltänderung. Meßtechnisch ist jedoch die Gegenmagnetisierung einfacher und bequemer. Bei manchen Magnetformen ist es zudem praktisch unmöglich, die Messung mit Luftspaltänderung durchzuführen.

Die Feldstärke wird aus Stromstärke und Windungszahl der Magnetisierungsspulen bestimmt. Die Genauigkeit ist dabei abhängig von der Scherungskorrektur, d. h. von dem äußeren magnetischen Widerstand. Diese Korrektur kann nicht berechnet, sondern nur ungefähr experimentell bestimmt werden. Man muß sie deshalb so klein wie möglich halten, damit der Fehler klein wird. Dies wird erreicht durch geeignete Konstruktion, also große Querschnitte, guten Jochbaustoff und Vermeidung von Luftspalten. Diese Bestimmung der Feldstärke hat den Vorteil, daß das Instrument, also ein Strommesser mit

genügender Genauigkeit, sofort abgelesen werden kann, wodurch die Schnelligkeit und Bequemlichkeit wesentlich erhöht werden. Man kann sogar noch einen veränderlichen Nebenschluß nehmen, der entsprechend Magnetlänge und Windungszahl der Magnetisierungsspulen eingestellt wird, so daß die Meßwerte unmittelbar abgelesen werden können.

Die Induktion wird mit Prüfspule und ballistischem Instrument bestimmt. Mit Rücksicht auf kurze Meßzeit wird dazu ein Kriechgalvanometer, ein sogenanntes Fluxmeter, verwendet (Abb. 2). Das Fluxmeter bewegt

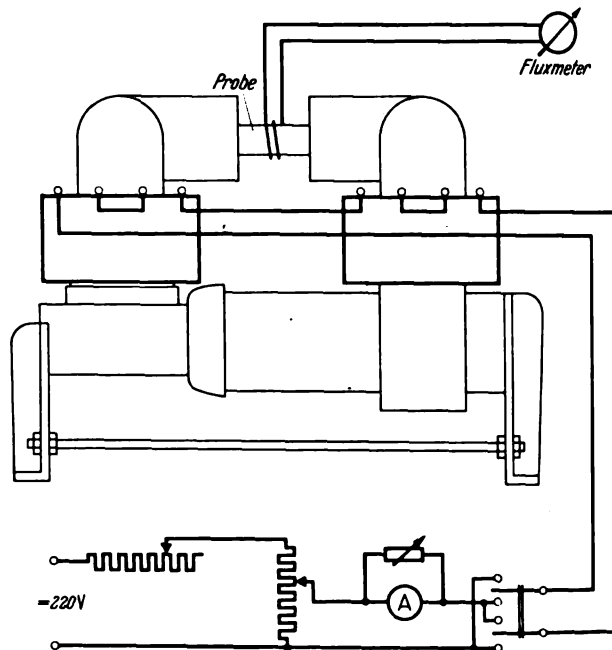


Abb. 2. Meßschaltung des Prüfergeräts. Die Magnetisierungswicklungen sind hintereinander geschaltet.

sich sehr schnell in die Endlage und kann sofort abgelesen werden. Die neueren Instrumente haben auch eine Rückführung, so daß man nicht zu warten braucht, bis das Instrument sich wieder in die Ruhelage eingespielt hat und sofort die nächste Messung anschließen kann. Die Empfindlichkeit ist so groß, daß man mit wenigen Windungen für die Prüfspule auskommt, die man dann unmittelbar von Hand auf die Probe aufbringen kann. Man kann dadurch, ausgenommen bei röhrenförmigen Proben, die Luftlinienkorrektur vernachlässigen, die bei festen Spulen erforderlich ist. Bei geeigneter Wahl der Windungszahl können auch hier die Meßwerte unmittelbar abgelesen werden.

Einzelheiten des Aufbaues.

Vor allem wurde angestrebt, die Forderung nach Verwendbarkeit für alle Probenformen möglichst vollkommen zu erfüllen. Die einzelnen Jochteile wurden deshalb durch Gelenke verbunden, so daß die Polschuhe weitgehend verstellbar sind. Man kann dadurch fast jede Stellung der Polschuhflächen zueinander erreichen.

Das Joch besteht im wesentlichen aus einem Jochbalken, zwei Schenkeln und zwei Polschuhen (Abb. 1). Der Jochbalken ist waagrecht, und an seinen Enden sind zwei Fußplatten zum Aufstellen des Geräts angeschraubt. Der eine Schenkel ist mit einem Zapfen von 140 mm Dmr. in eine Bohrung des Jochbalkens eingesetzt und kann somit um eine senkrechte Achse gedreht werden. Der andere Schenkel kann mittels zweier Spindeln und Handrad auf dem zylindrischen Teil des Jochbalkens verschoben werden. Um nun das Joch auch an windschiefen Flächen anlegen zu können, wie es z. B. die Endflächen von Hufeisenmagneten sein können, muß dieser Schenkel auch um die

²⁾ H. Laub, Zustandsänderungen im permanent magnetischen Feld. Arch. Elektrotechn. 16 (1926) S. 481.

waagerechte Achse des Jochbalkens schwenkbar sein. Da nun der Schwerpunkt des Schenkels über dieser Achse liegt, muß er durch eine in sich gefederte Schlittenkonstruktion abgefangen werden, die mit dem Schenkel verschoben wird. Der Schwenkwinkel ist konstruktiv begrenzt und beträgt etwa $\pm 15^\circ$. An die beiden Schenkel sind zwei Polschuhe scharnierförmig angelenkt, die damit um waagerechte Achsen geschwenkt werden können. Das einseitige Gewicht der Polschuhe ist durch Gegenfedern ausgeglichen, so daß sie von Hand ohne Anstrengung verstellt werden können. Die Polschuhe können leicht und schnell gegen andersgeformte ausgewechselt werden.

Das Joch ist also weitgehend verstellbar und wird am Magneten an den bearbeiteten Stellen angelegt, an denen nachher z. B. die Polschuhe angebracht werden. Auf diese Weise sind die Luftspalte zwischen Probe und Joch sehr klein, die sonst die Scherung ungünstig beeinflussen. Dies ist sehr wesentlich, denn dieser Faktor läßt sich nicht bestimmen und ändert sich von Fall zu Fall. Aus diesem Grunde wird auch bei manchen Geräten die Feldstärke mit dem magnetischen Spannungsmesser gemessen.

Um den Einfluß der Luftspalte in den Gelenken so weit wie möglich zu verringern, wurden alle Gelenke eingeschliffen oder eingeschabt. Die Luftspalte sind deshalb nur wenige hundertstel Millimeter breit. Die Übergangsquerschnitte dieser Luftspalte wurden wegen des guten magnetischen Schlusses sehr groß gewählt und betragen im Mittel etwa 500 cm^2 . Auch der Querschnitt des Jochbalkens und der der Schenkel ist entsprechend groß. Er beträgt beim Jochbalken 154 cm^2 und bei den Schenkeln je 192 cm^2 . Da außerdem als Jochbaustoff ein Sonderweicheisen verwendet wurde, ist die Scherungskorrektur, wie die Messung ergab, sehr klein.

Die Magnetisierungswicklung ist aufgeteilt in zwei Spulen, die auf den Schenkeln sitzen. Jede der Spulen hat zwei Wicklungen mit je 800 Windungen, so daß man verschiedene Schaltungsmöglichkeiten hat. Der Drahtquerschnitt ist groß genug, um bis zur Sättigung ohne zu starke Erwärmung der Wicklung zu magnetisieren. Die durchschnittliche Stromstärke bei der Messung ist 2 bis 5 A, wobei eine Übertemperatur der Wicklung von etwa 30°C erreicht wird. Infolgedessen ist der Temperatureinfluß bei der gewählten Spulenanordnung sowohl auf die Probe wie auch auf die Prüfspule ohne jeden Einfluß auf die Meßgenauigkeit.

Wenn man die Streuung möglichst klein halten wollte, müßte man die Magnetisierungswicklung gleichmäßig auf den magnetischen Kreis verteilen. Dies wäre jedoch unbequem und würde die Einspannung sehr erschweren. Wie die Untersuchung des Geräts zeigte, ist die Streuung kleiner als die durch die verwendeten Instrumente bedingte Unsicherheit, solange das Joch noch nicht gesättigt ist; sie beträgt auch im Anfang des Sättigungsgebiets maximal nur etwa 5 %. Bei dem gewählten großen Jochquerschnitt wird man jedoch bei der Aufnahme der Entmagnetisierungskurve oder von permanenten Zustandskurven auch bei den größten zur Zeit vorkommenden Magnetquerschnitten nicht bis zur Sättigung des Jochs kommen. Die gewählte Spulenanordnung ist also gerechtfertigt. Wenn es zum Magnetisieren notwendig sein sollte, kann eine dritte Spule über Probe und Polschuhe angebracht werden, so daß eine genügend hohe Magnetisierungsfeldstärke erreicht werden kann.

Brauchbarkeit des Geräts.

Die Forderung nach Verwendbarkeit für alle Probenformen ist sehr gut erfüllt, wie die Versuche an einer reichhaltigen Auswahl von permanenten Magneten bewiesen haben. Nur bei Proben mit gewölbten Anlegflächen muß durch entsprechende Beilagen ein guter magnetischer Kontakt hergestellt werden.

Die Meßgeschwindigkeit ist sehr groß gegenüber ähnlichen Geräten. Für die Aufnahme der Entmagnetisierungs-

linie oder der permanenten Zustandskurve werden so nur 1 bis 2 min benötigt.

Die Genauigkeit ist bei der Feldmessung abhängig von der Scherungskorrektur. Diese ist infolge der oben beschriebenen Maßnahmen sehr klein, so daß die Fehler bei der Feldmessung ohne Berücksichtigung der Scherungskorrektur etwa 1 % betragen. Die Genauigkeit genügt also in den meisten Fällen. Für genauere Messungen muß der ungefähre magnetische Widerstand des Jochs,

der bei in sich geschlossenem Joch bestimmt wurde, in Rechnung gesetzt werden.

Bei der Induktionsmessung ist die Genauigkeit von der Luftlinienkorrektur und der Genauigkeit des verwendeten Instruments abhängig. Die Luftlinienkorrektur kann praktisch vernachlässigt werden, wenn man die wenigen Windungen der Prüfspule unmittelbar auf die Probe aufbringt, die bei der Verwendung eines empfindlichen Fluxmeters genügen. Die Genauigkeit der Fluxmeter ist genügend groß, daß die durch die Summierung der Induktionen vergrößerten Fehler keine Rolle spielen.

Die gesamten Fehler betragen etwa 2 %, wenn die Scherung nicht berücksichtigt wird, wobei vorausgesetzt ist, daß die Probe glatte Anlegflächen hat.

Die Handhabung des Geräts ist sehr bequem, da alle beweglichen Teile ohne Anstrengung verstellt werden können. Die einseitigen Gewichte der Polschuhe und des schwenkbaren Schenkels sind dazu durch Gegen-

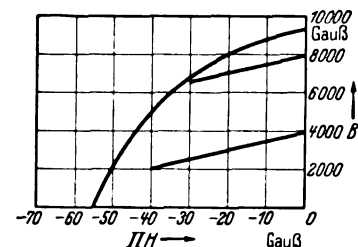


Abb. 3. Entmagnetisierungslinie und permanente Zustandskurven eines permanenten Magneten aus Chromstahl 3 % Cr.

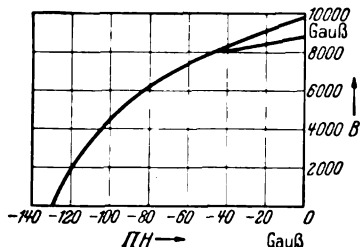


Abb. 4. Kobaltstahl 6 % Co.

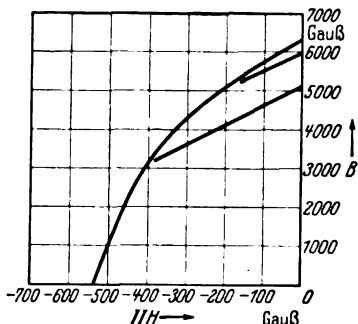


Abb. 5. Alnistahl, 10 % Al, 22 % Ni, 13 % Co.

federn ausgeglichen. Die Magnetisierungsspulen sind außerhalb der Einspannzone, so daß die Einspannung nicht behindert wird. Außerdem ist die Ablesung der direktzeigenden Instrumente sehr bequem.

Messungen an permanenten Magneten.

Die Messungen zeigten vor allem die gute Verwendbarkeit des Geräts für alle Probenformen. Das Einspannen der Probe geht sehr schnell und leicht vonstatten. Um einwandfreie Meßergebnisse zu bekommen, wurden die Magnete im Gerät vollständig entmagnetisiert und dann neu magnetisiert. Dann wurde die Entmagnetisierungslinie aufgenommen, aus der die Remanenz B_r und die Koerzitivkraft H_c entnommen werden können. Hierauf wurde der Magnet stabilisiert. Dies geschah durch wiederholtes Gegenmagnetisieren mit einer bestimmten Feldstärke, der Stabilisierungsgrenzfeldstärke H_{st} . Wie frühere Untersuchungen an permanenten Magneten³⁾ zeigten, bleibt dieser permanente Zustand erhalten, solange diese Stabilisierungsgrenzfeldstärke nicht überschritten wird. Da nun auch die Induktion von dieser Stabilisierungsgrenzfeldstärke abhängt, und zwar so, daß

3) H. Laub, Fußnote 2.

die Induktion um so größer wird, je kleiner jene ist, wird man sie so klein wie möglich halten. Aus diesem Grunde werden Magnete vielfach erst nach dem endgültigen Einbau magnetisiert.

Nach der Stabilisierung wurde dann die permanente Zustandskurve aufgenommen, aus der die eingeprägte Feldstärke und die reversible Permeabilität bestimmt werden können. Für den permanent magnetischen Zustand gilt der Ansatz:

$$B = \mu_r (\mathfrak{H} + \mathfrak{H}^e).$$

Da $\mathfrak{H}$ und $\mathfrak{H}^e$ annähernd entgegengesetzt gerichtet sind und der Betrag H^e von $\mathfrak{H}^e$ größer ist als der Betrag H von $\mathfrak{H}$, lautet der Ansatz in skalarer Schreibweise

$$B = \mu_r (H^e - H).$$

Man erhält also die eingeprägte Feldstärke H^e als Schnitt der permanenten Zustandskurve mit der $-H$ -Achse und die reversible Permeabilität als Tangens des Neigungswinkels der permanenten Zustandskurve gegen die H -Achse.

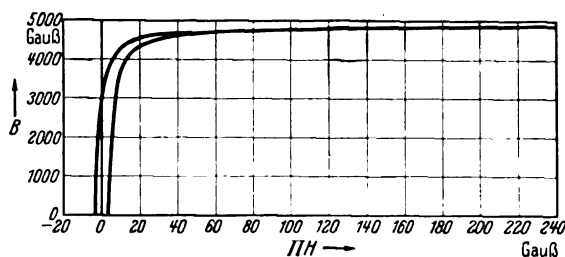


Abb. 6. Hystereseschleife für Permalloyband.

Einige Messungen sind in den Abb. 3, 4, 5 und 6 wiedergegeben und die magnetischen Kennzahlen in der Zahlentafel 1 zusammengestellt. Außer den bereits genannten Größen ist auch die Remanenz des permanenten Zustands B_{rp} angegeben. In den Abbildungen sind die permanenten Zustandskurven als Geraden gezeichnet. In Wirklichkeit sind es wegen der Hysterese schmale Schleifen, deren Äste jedoch bei dem kleinen Maßstab zusammenfallen.

Zahlentafel 1.

Werkstoff	B_r Gauß	H_c Gauß	H_{St} Gauß	B_{rp} Gauß	μ_r	H^e Gauß	Abb. Nr.
Chromstahl 3 % Cr	9430	55,5	31,8	7950	40,1	200	3
Kobaltstahl 6 % Co	9810	130,5	43,2	8800	16,65	98	4
Alnstahl 10 % Al	6280	540	170	5975	4,35	1375	5
22 % Ni	—	—	384	5120	4,93	1040	—
13 % Co	—	—	—	—	—	—	—
Permalloy	2940	3,2	—	—	—	—	6

Außer Messungen an permanenten Magneten wurden für andere Arbeiten im Institut auch Messungen an magnetisch weichen Materialien durchgeführt, die zeigten, daß das Gerät auch für solche Messungen verwendbar ist.

Zusammenfassung.

Mit einem neu entwickelten Gerät können fertige permanente Magnete gemessen werden, es ist für fast alle Probenformen verwendbar. Da die Scherungskorrektur klein ist, ist die Bestimmung der Feldstärke aus Stromstärke und Windungszahl der Magnetisierungsspulen sehr genau. Man kann sogar magnetisch weiche Materialien untersuchen. Auch bei der Induktionsmessung ist die Genauigkeit sehr groß, da die Luftlinienkorrektur, außer bei röhrenförmigen Proben, vernachlässigt werden kann, wenn man die wenigen Windungen

der Prüfspule unmittelbar auf die Probe aufbringt. Die Messung geht sehr schnell vor sich, da die verwendeten Instrumente sofort abgelesen werden können und die Einspannung schnell und bequem ist.

Die vorliegende Arbeit wurde im Elektrotechnischen Institut der Technischen Hochschule Stuttgart durchgeführt. Ich möchte auch an dieser Stelle Herrn Prof. Dr. F. E. m. d. e. für seine Anregungen und Unterstützung sowie der Firma Robert Bosch, Stuttgart, für die Überlassung des Versuchsmaterials meinen Dank aussprechen.

Induktivität von eisenlosen Spulen und Bestimmung der Streuinduktivität von Transformatoren.

621. 314. 22 + 621. 318. 42. 011. 3

Mit Hilfe von bekannten Formeln kann die Selbst- und Gegeninduktivität von eisenlosen Spulen verhältnismäßig einfach bestimmt werden¹⁾. Die numerischen Zahlentafeln von Nagaoka für ideal dünne und die von Grover für Spulen mit einer Radialdicke erleichtern die Berechnung der Selbstinduktivität und können auch zur Berechnung der Gegeninduktivität von coaxialen Spulen, die gleiche Radial- oder Axialabmessungen besitzen, auf Grund einfacher Beziehungen verwendet werden²⁾. Mit Rücksicht darauf, daß die Streuinduktivität eines Transformators sich auf das größtenteils in der Luft verlaufende Feld bezieht, kann versucht werden, diese Streuinduktivität mit Hilfe der Selbst- und Gegeninduktivität der eisenlosen Primär- und Sekundärwicklung auszudrücken. Durch Überlegung kommt man zum Ergebnis, daß die Streuinduktivität l zwischen den Werten

$$a = L_1 + L_2 - 2M$$

und

$$b = L_1 + L_2 - 2 \frac{M^2}{L_2}$$

liegen soll, wobei sie sich mehr dem zweiten Werte nähert. Dabei sind L_1 und L_2 die Selbstinduktivitäten der Primär- und Sekundärwicklung und M ihre Gegeninduktivität bei gleicher Windungszahl, die der Primärwindungszahl gleich angenommen wird. Alle drei Werte sind für eisenlose Wicklung berechnet. Dieser Zusammenhang wird an mehreren Beispielen (also nicht streng mathematisch) in der Weise geprüft, daß man für l nicht den Mittelwert von a und b , sondern

$$l = \frac{a + 3b}{4}$$

annimmt, und die so gefundene Streuinduktivität mit der nach den üblichen Formeln berechneten vergleicht. Für konzentrische Zylinderspulen von der Länge c , deren Radialabmessungen y_1 und y_2 sind, wobei der radiale Luftspalt zwischen ihnen den mittleren Halbmesser r und die Breite y besitzt, kann man für l setzen

$$l = 8 \pi^2 n^2 \frac{r}{c} \left(y + \frac{y_1 + y_2}{3} \right) \left(1 - \frac{y}{2c} - \frac{y_1 + y_2}{6c} \right).$$

Für lange schmale Spulen ergibt sich tatsächlich eine gute Übereinstimmung zwischen den nach den beiden Formeln berechneten Streuinduktivitäten l . Je dicker die beiden Spulen sind, desto größer wird der Unterschied. Eine weniger gute Übereinstimmung wird im Falle von Scheibenwicklungen gefunden. Auch bei der geteilten Zylinderwicklung, für die jedoch keine genaue Berechnung der Streuinduktivität vorliegt, kann die Beziehung zwischen der Streuinduktivität und der Selbst- und Gegeninduktivitäten von eisenlosen Spulen zu einer Abschätzung des wahrscheinlichsten Wertes der Streuinduktivität verwendet werden. ak.

¹⁾ P. Bunet, Bull. Soc. Franc. Electr. 5, Serie 7 (1937) S. 1087; 34 S., 18 Abb.

²⁾ Siehe z. B. J. Hak, ETZ 50 (1929) S. 193.

Künstliche Heizung zur Verhütung von Rauhreifbildung.

Von H. Roth VDE, Danzig-Langfuhr.

In den letzten Jahren sind verschiedene Elektrizitätswerke dazu übergegangen, mit Rauhreif behangene Hochspannungsleitungen mittels Stromwärme wieder reinzumachen. Bisher werden dazu die Leitungen im Kurzschluß betrieben¹⁾. Bei einer Stromdichte von $1,2 \text{ A/mm}^2$ und nicht zu geringer Außentemperatur fällt dann nach einer Heizung von einigen Stunden der Rauhreif ab. Bei dem bisherigen Verfahren ist unangenehm, daß erstens die Leitungen abgeschaltet werden müssen, sie also nicht mehr zur Kraftübertragung weiter verwendet werden können, und zweitens läßt sich erst eine eingetretene Rauhreifbildung beseitigen. Zweckmäßiger würde sicherlich schon eine Verhütung der Rauhreifbildung durch frühzeitige Erwärmung sein, wobei dann allerdings die Erwärmung während des Betriebes möglich sein muß. Im folgenden ist eine Schaltung beschrieben, die zur Heizung der Drehstromleitungen überlagerten Gleichstrom benutzt, der zweckmäßig von einem Gleichrichter geliefert und im Sternpunkt des Umspanners eingeführt wird. Da Verfasser im Schrifttum über diese Schaltung nichts gefunden hat, nimmt er an, hiermit einen neuen Vorschlag zu unterbreiten.

Die einfachste Schaltung ergibt sich, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

1. In einer der beiden durch die Leitungen verbundenen Stationen stehen genügend große Umspanner zur Verfügung, die auf den mit den Leitungen in Verbindung stehenden Wicklungsseiten Stern- oder Zickzack-schaltungen haben.

2. Die Stationen — oder wenigstens die Station, in der der Gleichrichter aufgestellt wird — haben Doppelsammelschienenensystem.

3. Die Leitungsstränge sind Doppelleitungen.

Von einer Station, von der eine größere Anzahl von Leitungen ausgeht, soll nur eine Doppelleitung geheizt werden. Dann muß eine dieser beiden Leitungen (Abb. 1 links) allein auf das zweite Sammelschienensystem geschaltet werden. Auf das gleiche System arbeitet ferner ein besonderer Umspanner, für den man zweckmäßig den meist vorhandenen Ersatzumspanner einsetzen wird. Nach

¹⁾ K. Halbach, ETZ 54 (1933) S. 33. — S. Hammel, Bericht über die Internationale Hochspannungs-Konferenz, Paris 1933, Bd. 2, S. 134. — ETZ 46 (1925) S. 1918. — ETZ 52 (1931) S. 506.

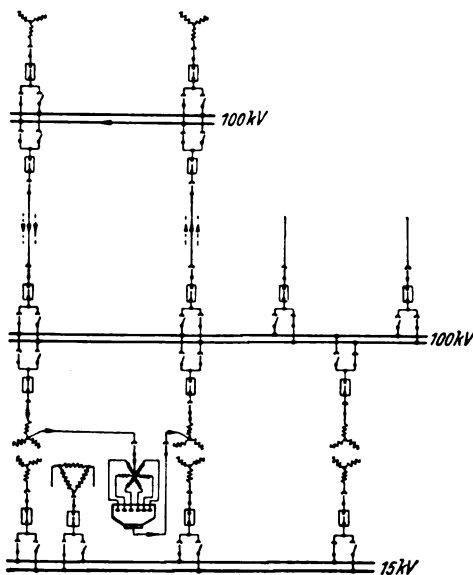


Abb. 1. Schaltung bei Heizung von Doppelleitungen.

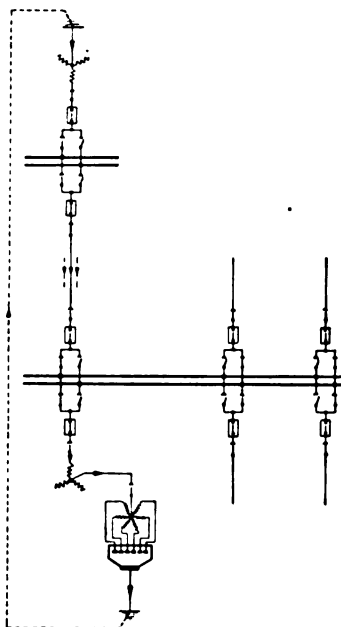


Abb. 2. Schaltung bei Heizung einer Einzelleitung.

Abb. 1 erhält man für den zur Erwärmung herangezogenen Gleichstrom den durch Pfeile gekennzeichneten Stromverlauf, wobei selbstverständlich in den drei zu einem System gehörenden Drehstromleitungen gleichgroße und gleichgerichtete Ströme fließen.

Handelt es sich z. B. um eine 70 km lange Doppelleitung mit $120 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$, so werden zur Heizung jedes Drahtes rd. 150 A benötigt, für die drei parallelschalteten Leitungen also 450 A. Da der Leitungswiderstand $140\,000$ $57 \times 3 \times 120 = \text{rd. } 7 \Omega$ ist, wäre in diesem Falle die notwendige Gleichspannung $7 \times 450 = 3150 \text{ V}$, wozu noch für den Verlust in den Umspannerwicklungen eine Spannung von rd. 200 V hinzukommt, so daß die Leistung des Gleichrichters $\frac{3350 \times 450}{1000} = 1500 \text{ kW}$ beträgt. Da also die Gleichrichterleistung verhältnismäßig groß ist, wird das erforderliche Anlagekapital gerade nicht klein sein; trotzdem dürfte die Erhöhung der Betriebssicherheit auch diese Ausgabe noch rechtfertigen. Der erforderliche Gleichstrom beträgt maximal etwa 500 A, so daß noch ein Glasgleichrichter verwendet werden kann, der gerade in diesem besonderen Falle einem Eisengleichrichter überlegen ist. Der Gleichrichter muß hochisoliert aufgestellt werden, damit auch für den Fall eines Phasenerdschlusses die Anlage nicht versagt.

Bei der vorgesehenen Gleichrichterleistung können schon mit Rauhreif behangene Leitungen wieder rein gemacht werden. Wenn an und für sich auch dieser Zustand verhütet werden soll, so wird doch dieser Fall vorgesehen werden müssen. Zur Verhütung der Rauhreifbildung wird wahrscheinlich eine Heizung mit wesentlich geringerer Stromdichte genügen; der Gleichrichtertransformator wird daher passende Anzapfungen haben müssen, außerdem ist ein Steuergleichrichter vorteilhaft.

Ist nur eine einzige Drehstromleitung zu heizen, so ist das, wie Abb. 2 zeigt, grundsätzlich mit dem gleichen Verfahren durchführbar; da für die Rückleitung das zweite Leitungssystem fehlt, wird stattdessen die Erde benutzt. Wegen des verhältnismäßig großen Erdstromes von 500 A müssen allerdings sehr gute Erdungen verlangt werden.

Grenzen der Anwendung von Synchronuhren.

621. 313. 323. 004. 12 : 529. 78

Synchronuhren, d. h. elektrische Uhren, deren Zeigerwerk von einem in seiner Drehzahl bekanntlich starr an die Netzfrequenz des Wechselstroms gebundenen Synchronkleinstmotor betrieben wird, haben in den letzten Jahren in allen Kulturstaaen, am frühesten und stärksten in den V. S. Amerika, außerordentliche Verbreitung, vor allem als Privathausuhren, gefunden; das ist einerseits auf ihre einfache und billige Bauart, anderseits auf die in gut frequenzgeregelten Netzen erreichbare Ganggenauigkeit zurückzuführen. Nachdem neuerdings auch solche Uhren mit Gangreserve zur Überbrückung von Stromunterbrechungen hergestellt werden, ist vielfach die Frage aufgetaucht, ob durch diese einfach an das Lichtnetz anzuschließenden Uhren guter Gangleistung die einer einheitlichen Zeitverteilung dienenden Uhrenanlagen von Hauptuhren mit Minutenkontakt und Nebenuhrenbetrieb mit eigenem Leitungsnetz und eigener Stromquelle hin-fällig geworden seien.

Der Anwendung von Synchronuhren¹⁾, auch solcher mit Gangreserve, sind jedoch in größeren Anlagen für Fabriken, Verkehrsunternehmen und sonstige größere Betriebe technische, wirtschaftliche und auch psychologische Grenzen gezogen. Marius Lavet hat diese Frage einer eingehenden Untersuchung unterzogen²⁾; die wichtigsten Ergebnisse seien hier, unter entsprechendem Vergleich mit deutschen Verhältnissen, wiedergegeben. Fünf Gesichtspunkte sind bei dem hier durchgeführten Vergleich von Synchronuhren mit Nebenuhrenanlagen maßgebend: Widerstandsfähigkeit im Gebrauch (Betriebssicherheit und Lebensdauer), Stromverbrauch, Zeigernachstellung auf weitere Entfernungen bei vorübergehenden Störungen, Installationskosten und Gangreserve.

Hinsichtlich der Widerstandsfähigkeit gegen Abnutzung usw. wird vom Verfasser hervorgehoben, daß sich die Organe in Nebenuhren sehr langsam und nur selten bewegen; infolgedessen ist die mechanische Beanspruchung sehr viel geringer als bei den verhältnismäßig schnell umlaufenden Teilen der Synchronuhren. Zu ergänzen ist hier jedoch, daß zumindestens die Kontakte der Hauptuhren gleichfalls recht empfindliche Organe sind. Die von dem Verfasser angeführten Beispiele von Anlagen, die bereits 45 Jahre in Betrieb sind, sind insofern nicht ganz zutreffend, als Uhrenanlagen bekanntlich einer ständigen Überwachung und Pflege bedürfen, Synchronuhren, mit Ausnahme der Zeigernachstellung bei Stromausfällen, dagegen nicht. Zutreffend ist jedoch, daß der Verminderung der Drehzahl von Synchronmotoren durch Erhöhung der Polzahl zwecks Herabsetzung des Verschleißes natürliche Grenzen gezogen sind, so daß 150 U/min hier z. Z. das Minimum ist.

Hinsichtlich des Stromverbrauchs ist zu bemerken, daß bei einzelnen Synchronuhren dieser schon deshalb praktisch keine Rolle spielt, weil er unter der Ansprechgrenze der Zähler liegt. In jeder Fabrik oder größeren Büroanlage summiert sich der Dauerverbrauch der Synchronuhren im Jahre zu beträchtlichen Summen, die bei einem System- und Wirtschaftlichkeitsvergleich in die Waage fallen. Bei einem kostengemäßen Vergleich müssen aber auch die Anlage- und Wartungskosten der Elemente bzw. Akkumulatorenbatterien mit in Betracht gezogen werden, während der Lichtstrom für die Synchronuhr ohne zusätzliche Anlagekosten für die Stromquelle zur Verfügung steht. Im Gegensatz zu Lavet ist der Bericht daher der Meinung, daß wohl bei mehreren Synchronuhren, vor allem mit Schlagwerk und mit Selbstanläufermotoren mit ihrem höheren Verbrauch, der Stromverbrauch in Privatwohnungen eine hindernde Rolle spielen kann, aber für Büros usw. nicht in dem Maße.

Der dritte Punkt betrifft die Zeigernachstellung auf weite Entfernung. Bei Nebenuhrenanlagen sind zentrale oder in einer ganzen Leitungsschleife vorhandene Störungen durch Handschalter schnell und be-

quem zu korrigieren; Störungen an einzelnen Außenuhren bedürfen auch hier umständlicher Einzelarbeit. Bei den gangreservelosen Synchronuhren, die an schwer zugänglichen Stellen hängen, hat man die Zeigernachstellung von Hand durch längere Zugstangen oder auch durch Einbau eines besonderen Startermotors mit beschleunigtem Lauf zu vereinfachen gesucht. In Amerika sind Systeme vorgeschlagen, die für die Synchronuhren einer Fabrikanlage ein besonderes Leitungsnetz und für Störungsfälle eine Erhöhung der Frequenz zwecks Nachstellung vorsehen. Ein solches System begibt sich des Hauptvorzuges der Synchronuhren, des Fehlens eines besonderen Leitungsnetzes.

Kommen wir nunmehr auf das Leitungsnetz, so scheint bei oberflächlicher Betrachtung die Uhrenanlage mit Nebenuhren unterlegen, weil sie ein besonderes Leitungsnetz verlangt. Hier macht Lavet einen sehr bemerkenswerten Unterschied; handelt es sich darum, eine einzelne, weit entfernte Uhr mit verhältnismäßig großem Zeigerwerk (Turmuhr, Außenuhr) usw. zu betreiben, so ist der Anschluß an die nächstgelegene Lichtleitung zweckmäßig; handelt es sich aber um eine Anlage mit vielen verhältnismäßig benachbarten Uhren, so ist ein eigenes Leitungsnetz einer Schwachstromanlage unter Umständen billiger.

Hinsichtlich der in Fabrikbetrieben usw. unserer Meinung nach unbedingt notwendigen Gangreserve gäbe es für Synchronuhren zwei Möglichkeiten, entweder jede einzelne Uhr mit Gangreserve auszustatten oder für die gesamte Anlage eine Hilfsenergieanlage vorzusehen, die bei Stromausfällen diese wenigstens für die Synchronuhren überbrückt. Das erste Verfahren dürfte gegenüber Nebenuhrenanlagen bei größeren Betrieben mit vielen Uhren keine wesentlichen Ersparnisse bringen, da diese Uhren teurer als die einfachen Synchronuhren sind. Bei größerer Dauer der Stromausfälle würden auch leicht nicht unwesentliche Differenzen der Zeitangaben auftreten können, vor allem wenn die Werke bereits längere Zeit laufen und die Ölverdickungen, Verschmutzungen und mechanische Abnutzungen die Genauigkeit bereits stärker beeinflussen. Das zweite Verfahren verlangt ein eigenes Leitungsnetz. Da ein solches besondere Wartung erfordert, so ist keine Ersparnis oder Vereinfachung gegenüber Nebenuhrenanlagen gegeben.

Lavet macht einige interessante Vorschläge der Kombination beider Systeme, die sich aus der Verschiedenheit der in Frankreich und bei uns üblichen Verfahren erklären. Während man in Deutschland als Hauptuhren fast stets hochwertige, meist sogar ausgesprochene Präzisionspendeluhren mit Gewichtsantrieb und mechanischem oder elektrischem Aufzug oder mit Hippschem Pendel verwendet, begnügt man sich in Frankreich vielfach mit einfacheren Ausführungen. Ebenso wie es bei weitverbreiteten Anlagen, z. B. bei der Reichsbahn usw., üblich ist, die einzelnen Hauptuhren der verschiedenen Unteranlagen durch besondere Impulse über besondere Leitungen zu synchronisieren, hat Lavet neuerdings mehrere, z. T. mit Erfolg ausgeführte Systeme entwickelt, um mit dem frequenzgeregelten Wechselstrom Nebenuhrenanlagen zu synchronisieren.

Ein System, das höherem Anspruch genügen könnte, besteht darin, das elektromagnetisch betriebene Pendel einer Hauptuhr vom Netzwechselstrom über einen von einem Synchronmotorgetriebe betätigten Kontakt zu synchronisieren. Bei richtiger Abstimmung lassen sich hier gute Ergebnisse erzielen. Lavet gibt an, daß mehrere solche Anlagen, z. B. eine mit 230 Nebenuhren, zur besten Zufriedenheit in Betrieb sind.

Wenn die Technik der elektrischen Uhren bisher in Frankreich und in Deutschland z. T. ganz verschiedene Wege gegangen ist, so ist das durch die Verschiedenheit der Gebräuche, Auffassungen und der Kostenfaktoren zu einem erheblichen Teile erklärbar. Mit dem fast gleichzeitigen Aufkommen der Synchronuhren in beiden Ländern beginnen sich nun interessante Parallelscheinungen zu zeigen, auf die dieser Aufsatz hinweisen wollte.

J. Baltzer, Berlin.

¹⁾ S. a. W. Kesseldorfer, ETZ 56 (1935) S. 1271.

²⁾ M. Lavet, Ann. franç. Chron. 6 (1936) S. 1; 16 S., 3 Abb.

RUNDSCHAU.

Verkehrstechnik.

621. 316. 545. 022 **Schaltversuche mit Masthörnerschaltern.** — Hörnerschalter sind im allgemeinen als Trennschalter zu betrachten und sollen meist dazu dienen, zum

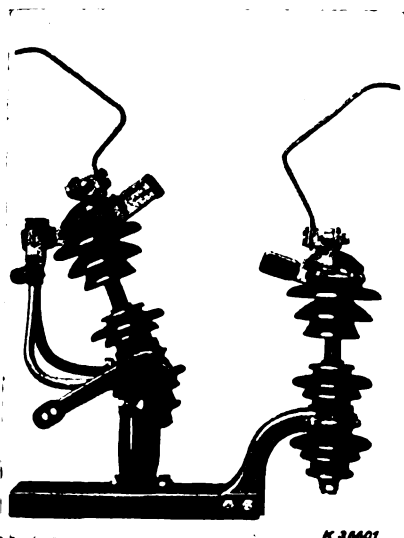


Abb. 1. Masthörnerschalter für 15 kV Wechselstrom mit doppelter Isolation.

Schutze des Betriebspersonals Leitungsabschnitte abzutrennen. In den Leitungsanlagen elektrischer Bahnen wurden Hörnerschalter auch häufig nur für diese Zwecke verwendet. Jedoch können Fälle vorkommen, bei denen Hörnerschalter unter Last gezogen werden müssen. Die dabei abgeschaltete Leistung (insbesondere bei Bahnen mit Gleichstrom) ist unter Umständen nur 10 bis 15% niedriger als die Ansprechleistung des Unterwerkes. Zur Untersuchung dieser Frage wurden verschiedene Abschaltversuche mit Hörnerschaltern für Gleich- und Wechselstrom in verschiedenen Hörnerausführungen gemacht.

Abb. 1 zeigt den bei den Versuchen verwendeten Hörnerschalter für 15 kV Wechselstrom, Abb. 2 den für 3 kV Gleichstrom. Beide Schalter haben doppelte Isolation. Die Kontaktstücke in Abb. 1 sind für dauernd etwa

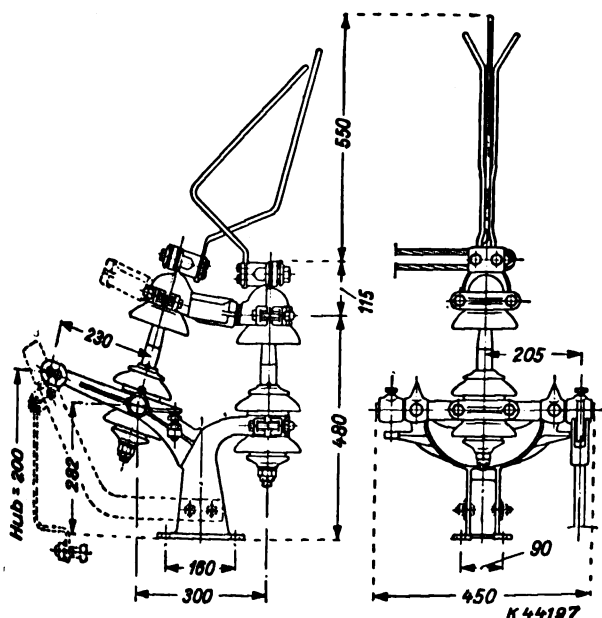


Abb. 2. Masthörnerschalter für 3 kV Gleichstrom mit doppelter Isolation.

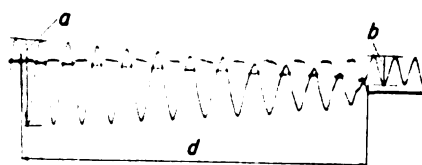
500 A, diejenigen in Abb. 2 für dauernd etwa 1200 A bemessen. Die Versuche sollten im besonderen noch ein Bild darüber geben, wie sich die Schalter zum Abschalten von Lasten eignen und welche Hörnerausführungen dabei die günstigsten sind. Die Untersuchung der Lichtbogenhörner erstreckte sich auf den Einfluß der Querschnittsform, der kreisförmig, rechteckig oder anders geformten Lichtbogenhörner und auf deren Ausbildung, sowie ob Verstärkungen am Knie der Hörner von Vorteil sind. Weiter sollte festgestellt werden, wie die Ausbildung der Hornenden und welcher Winkel für die Stellung der Hörner am günstigsten ist. Die Schalter wurden von Hand über Seil gezogen, weil auch im praktischen Betrieb meist Handbetrieb vorhanden ist. Der Lichtbogen wurde photographisch und bei den Schaltversuchen für 15 kV Wechselstrom oszillographisch aufgenommen.

Die Schalter sind als Kippschalter ausgeführt, so daß am Anfang der Schaltbewegung und am Ende eine kleine Schaltgeschwindigkeit und in der Mitte des Schaltwerkes eine große Schaltgeschwindigkeit vorhanden ist; die Schaltgeschwindigkeit bei dem Schalter nach Abb. 1 betrug beim Auslösen des Lichtbogens etwa 0,8 m/s. Mehrere Versuchsreihen wurden durchgeführt, von denen Zahlentafel 1 die zusammengehörigen Versuchsergebnisse für 15 kV Wechselstrom zeigt.

Zahlentafel 1.

	Reihe 1				Reihe 2			
Versuchs-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
Abschaltstromstärke . . . A	190	500	550	1000	1100	1400	1650	2200
Löschzeit . . . s	1,8	1,5	1,4	0,75	1,05	0,95	0,9	0,70
Wiederkehrspannung . . kV	10,5	9,2	—	7,8	—	—	—	—

Abb. 3 zeigt als ungünstigen Fall den Abschaltversuch mit 15 kV Wechselstrom und verhältnismäßig geringer Stromstärke, wobei die Hornenden nach unten abgelenkt waren.



a Abschaltstromstärke c Netzspannung
b Wiederkehrspannung d Abschaltzeit (1/4 s)

Abb. 3. Abschalten von 1000 A Wechselstrom 16 2/3 Hz, 15 kV mit abgelenkten Hornenden.

Von den Schalterversuchen mit Gleichstrom ist in Abb. 4 der Abschaltversuch mit 2 kV Gleichstrom und 2000 A und richtiger Hornform dargestellt. In diesem Bild ist die linke Seite mit



Abb. 4. Abschalten von 2000 A, Gleichstrom 2000 V, mit geraden Hornenden.

Gelbfilter stark abgeblendet, so daß die Stromfäden erkenntlich werden, während die rechte Seite die Lichtwirkung zeigt. Das Abschalten geht hier einwandfrei vor sich. Die Versuche zeigen, daß sowohl mit Gleichstrom als auch mit Wechselstrom ein

Abschalten von kleinen und größeren Stromstärken ohne weiteres möglich ist.

Bei dem Versuch mit verschiedenen Hornquerschnitten wurde festgestellt, daß Lichtbogenhörner mit rundem Querschnitt die besten Werte ergeben. Das Abbiegen der Hörnenden nach unten ist äußerst unvorteilhaft, die Hörner sind vielmehr gerade auszuführen. Hörner mit rechteckigem Querschnitt sind unvorteilhaft, weil der Lichtbogen an den scharfen Kanten haftet, ebenfalls sind Verstärkungen am Knie der Hörner schädlich, weil sich der Lichtbogen an den Kanten der Verstärkungen einbrennt. Als Baustoff ist Elektrolytkupfer wegen seines Reinheitsgrades am günstigsten, da bei Kupferguß und bei Eisen Materialdämpfe auftreten können, die die Ionisierung der Luft beschleunigen und verstärken.

Die Versuche zeigen, daß bei richtiger Ausführung der Hörnerschalter aus Elektrolytkupfer mit rundem Querschnitt, die etwa in einem Winkel von 45° in abgeschaltetem Zustand verlaufen, ohne weiteres und oft große Leistungen abgeschaltet werden können. [M. Süßerkrüb, Elektr. Bahnen 13 (1937) S. 231; $4\frac{1}{2}$ S., 21 Abb.] Vb.

621. 3 : 625 1/2. (43) Die Elektrotechnik in der Deutschen Reichsbahn. — Der Vorläufige Jahresrückblick der Deutschen Reichsbahn für das Jahr 1937 gibt die Betriebslänge der elektrischen Zugförderung Ende 1937 zu 2288 km Streckenlänge an. Hinzugekommen ist im vorigen Jahre eine Seitenstrecke der Hauptstrecke Stuttgart—Ulm. Der Ausbau der Strecken Nürnberg—Halle/Leipzig und Stuttgart—Zuffenhausen—Weil der Stadt wurde fortgesetzt. Auf erstgenannter Strecke wurden die Streckenkabelanlagen nebst Verstärkern dem Betrieb übergeben und die Fernmeldefreileitungen beseitigt. Das 100 kV-Fernleitungsnetz wurde nach Norden bis Nürnberg fortgeführt. Für die Fahrleitung wurde fast die Hälfte der Maste aufgestellt; auch ein Teil des Kettenwerkes ist bereits ausgelegt. Eine größere Zahl geschweißter Rohrmaste wird beschafft werden; ihr Bau erfordert 22 bis 25% weniger Eisen als der der üblichen Gittermaste. Die bautechnischen Arbeiten für das Freimachen des lichten Raumes sind größtenteils fertiggestellt. Die Änderung von Sicherungsanlagen ist größtenteils durchgeführt. Auf der Strecke Stuttgart—Zuffenhausen—Weil wurde der Bau der Freileitungsanlage begonnen.

Beschlossen wurde, bei der Durchführung der Verbesserung des elektrischen Zugbetriebes auf der Hamburger Stadt- und Vorortbahn den seit dem Jahre 1907 bestehenden Wechselstrombetrieb auf Gleichstrombetrieb umzustellen. In den nächsten Jahren wird der Betrieb mit Wechselstrom nach und nach verschwinden in dem Maße, wie die neuen Wagenzüge für Gleichstromantrieb eingehen werden. Mit den Bauarbeiten ist bereits begonnen worden.

Die Wiesentalbahn wurde während des ganzen Jahres durch den im Unterwerk aufgestellten ersten Bahnrichter (50/16 $\frac{2}{3}$ Hz) der Welt gespeist. Er hat sich im Betrieb gut bewährt. Auch hat er zufolge des besseren Wirkungsgrades wesentlich weniger Strom aus dem Netz der allgemeinen Landesversorgung aufgenommen, als die früher gebrauchten Maschinenumformer benötigten.

In der Elektrotechnischen Versuchsanstalt in München-Freimann wurde die Meßwagenhalle erweitert. Die Anstalt hatte die doppelte Anzahl von Aufträgen zu Untersuchungen gegenüber dem Vorjahr auszuführen. Vorwiegend wurden starkstromtechnische Messungen an Fahrzeugen, insbesondere Untersuchungen an den Triebfahrzeugen der Höllentalbahn sowie an den Lokomotiven der neueren Baureihen und an Wechselstromtriebwagen angestellt. Ferner wurden auch Untersuchungen über die hochfrequente Störfähigkeit der elektrischen Fahrzeuge und an Schutzeinrichtungen für Rundfunkanlagen in Zügen ausgeführt. In den Bereichen des eigenen elektrischen Zugbetriebes wurden Entstörmassnahmen erprobt. Zur Gewinnung von Unterlagen für die Festsetzung internationaler Bestimmungen über die zulässigen Störziffern wurden mit dem Hochfrequenzmeßwagen der Reichsbahn Messungen auf den elektrisch betriebenen Strecken der dem Verein Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen angehörenden Eisenbahnen vorgenommen, bei denen wertvolle Erkenntnisse sich ergaben. Von sonstigen Untersuchungen sind die über die Beeinflussung der Fernmelde- und Sicherungsanlagen, insbesondere durch Umformer und Umrichter zu erwähnen, sowie ferner Messungen auf dem Gebiet der Beleuchtungstechnik und Versuche über die Eignung von Heilmitteln für Fahrleitungen und Stromabnehmer.

Dem Ziele des Vierjahresplans entsprechend wurden die Bemühungen fortgesetzt, die alten eisernen Oberbaustoffe durch

Aufarbeiten wieder verwendbar zu machen. Hier ist in erster Linie die Aufarbeitung von abgefahrenen Weichenherzstücken und von Schienen mit Schleuderstellen durch elektrische Auftragsschweißung zu erwähnen.

Im Jahre 1937 wurden 22 elektrische Lokomotiven und 14 Wechselstromtriebwagen in Betrieb genommen. In Auftrag gegeben wurden 60 elektrische Lokomotiven, und zwar 14 Schnellzuglokomotiven 1 Do 1, 30 Personenzug- und Güterzuglokomotiven Bo Bo und 16 schwere Güterzuglokomotiven Co Co; von letzterer erhalten 11 Stück verstärkte Motoren und werden für eine Höchstgeschwindigkeit von 90 km/h gebaut. Diese Lokomotiven sind dann geeignet, auch die schweren Schnell- und Personenzüge über Steilstrecken zu fahren. An Triebwagenzügen wurden in Auftrag gegeben 183 Triebwagen und 183 Beiwagen für die Berliner Stadt- und Vorortbahnen und 55 Halbzüge, bestehend je aus zwei Trieb- und einem in die Mitte gestellten Beiwagen, für die auf Gleichstrombetrieb umzustellende Hamburger Stadt- und Vorortbahn. [Die Reichsbahn 14 (1938) S. 5; 39 S.] e

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 315. 211. 2 Hochspannungsmassekabel unter Gasdruck. — Ein 200 kV-Massekabel mit 420 mm² Leiterquerschnitt und 23,6 mm Isolationsstärke wurde in England hergestellt. Nach der in üblicher Weise vorgenommenen Verlegung wurde das Dielektrikum unter Stickstoffgasdruck von 14 at gesetzt. Eine Kupferbandbewicklung auf dem Bleimantel verleiht diesem die Möglichkeit, dem hohen Innendruck standzuhalten. Verlustwinkelmessungen ergaben diesen zu 0,0025, und zwar ohne jede Temperaturabhängigkeit. Die Strombelastung wurde bis 700 A getrieben, als Betriebstemperatur sind 80° C vorgesehen. Beschleunigte Alterungsversuche an Kabeln mit und ohne Gasdruck ergaben bei letzteren eine Lebensdauer von 380 Std. bei Beanspruchungen zwischen 120 und 140 kV/cm, bei unter 14 at stehenden Kabeln dagegen 1441 Std. bei Beanspruchungen zwischen 175 und 206 kV/cm. Die Muffen sind teils solche, die das Gas frei hindurchtreten lassen, teils Trennmuffen mit äußerem Umleitungsrohr für das Gas. Die Endverschlüsse mit Isolatoren aus bakelisiertem Papier sind nicht mit Masse, sondern nur mit Druckgas gefüllt. Ein Druckgasbehälter mit Reduzierventil sorgt für Aufrechterhaltung des nötigen Gasdrucks. Bei Fehlern kommen die Trennmuffen selbsttätig zur Wirkung und grenzen die fehlerbehaftete Strecke ein. [Electr. Rev., Lond. 121 (1937) S. 700; $\frac{3}{4}$ S., 3 Abb.] Eg.

621. 317. 333. 4 : 621. 315. 2. 022 Wechselstromverfahren zur Bestimmung des Fehlerortes an Starkstromkabeln. — Die durch Überschläge verursachten Starkstromkabelfehler werden im allgemeinsten Fall durch Längswiderstände im Verlauf der Leiter und durch Quersicherstände zwischen den Leitern gebildet. Die Eingrenzung derartiger Fehler nach den üblichen Gleichstromverfahren ist oft äußerst schwierig, manchmal unmöglich.

Die in neuerer Zeit verwendeten Wechselstromverfahren beruhen auf einfachen Induktivitäts- bzw. Kapazitätsmessungen, denen in diesem Fall manche Ungenauigkeiten anhaften, die die Vorteile der Wechselstromverfahren wieder zunichte machen. Die Größen der Fehlerwiderstände sowie die Eigenschaften des Leitungsstückes, das vom Meßende aus betrachtet hinter der Fehlerstelle liegt, beeinflussen das Meßergebnis unter Umständen ganz bedeutend und führen zu Fehlergebnissen.

Der Verfasser hat sich die Aufgabe gestellt, den Einfluß dieser störenden Größen genau zu erfassen und bei den Berechnungsformeln zu berücksichtigen. Zur Lösung dieser Aufgabe benutzt er die aus der Fernmeldetechnik hinreichend bekannte Vierpoltheorie.

Je nach der Größe der Fehlerwiderstände, die wenigstens angenähert durch drei Gleichstrommessungen bestimmt werden, erfolgt die Wahl des Meßverfahrens. Es werden zwei Hauptgruppen von Brückenmeßverfahren unterschieden: das induktive und das kapazitive Meßverfahren. Beim ersteren ist das ferne Leitungsende kurzgeschlossen, beim letzteren ist das ferne Leitungsende offen. Für beide Meßverfahren werden Berechnungsformeln angegeben, die einen ähnlichen Aufbau besitzen. Es wird ferner festgelegt, in welchem Bereich diese Formeln Gültigkeit haben und mit welchen Fälschungen in Abhängigkeit von den Größen der Fehlerwiderstände gerechnet werden kann. Haben die Fehlerwiderstände zusammen mit dem dahinterliegenden Leitungsstück, vom Meßende aus betrachtet, die Größe des Leitungsstellenwiderstandes, so ist der am Anfang

der Leitung gemessene Scheinwiderstand ganz unabhängig von der Lage des Fehlerortes. Mit Annäherung an diesen Fall muß mit der größten Fälschung des Meßergebnisses gerechnet werden. Die Berechnung der Korrekturgrößen ist wesentlich vereinfacht für den Fall, daß — auch beim Vorhandensein von Längswiderständen — wenigstens ein Leiter hinter der Fehlerstelle, vom Meßende aus betrachtet, unterbrochen ist, oder daß zwei Leiter in direktem Schluß stehen.

Schließlich beweist der Verfasser an Hand mehrerer praktischer Meßergebnisse die Richtigkeit der angegebenen Berechnungsformeln. [E. Widl, Arch. Elektrotechn. 32 (1938) H. 1, S. 28; 10¹/₂ S., 4 Abb.]

Elektrische Maschinen.

621. 314. 214. 072. 2 Anwendung und Konstruktion von Transformatoren mit Stufenregelung unter Last. — Die Spannungsregelung wird in England (ebenso wie bei uns, d. Ber.) nur selten beim Stromverbraucher vorgenommen. Im allgemeinen wird die Regelung an Anpassungen auf der Primärseite der Verteilungstransformatoren ausgeführt. In alten Anlagen mit nicht regelbaren Transformatoren dagegen empfiehlt sich der nachträgliche Einbau von Sparregeltransformatoren oder Zusatztransformatoren, die durch einen Erregertransformator mit Stufenregelung gespeist werden. Letztere Ausführung kommt dann in Frage, wenn der Netzstrom so hoch ist, daß sich eine unmittelbare Regelung verbietet. Daneben kann auch ein Leistungstransformator als Parallelläufer zu den vorhandenen in Betracht gezogen werden, dessen Regulierung diesen zu einem Sparregler für den gesamten Parallelläufersatz ergänzt. Außer zur Spannungsregelung wird die Stufenregelung für die Energieflußsteuerung in parallelen Leitungen und Ringnetzen verwendet. Sie wird mit Spartransformatoren oder bei großen Durchgangsströmen mit Zusatztransformatorsätzen ausgeführt, die eine veränderliche Längs- und Querspannung liefern. — Die unterbrechungsfreie Übersetzung von Anzapfung zu Anzapfung erfolgt entweder durch Überschaltdrosseln (Spannungsteiler) oder durch induktionsfreie Widerstände. Letztere ergeben einen geringeren Kontaktabbrand, da sich der Schaltvorgang unter einem Leistungsfaktor $\cos \varphi = 1$ vollzieht. Natürlich bedingen sie eine Schnell-schaltung, da die Widerstände nur kurzzeitig belastbar sind.

Die Regeleinrichtung wird bei Mittel- und Hochspannung unter Öl verlegt und mit dem Transformatorkessel baulich vereinigt. Dabei wird entweder der gesamte Regler in einem Anbau des Kessels versenkt, wobei das Öl des Transformators von dem des Reglers durch eine Isolierplatte getrennt wird, oder man teilt den Regler auf in einen im Transformatorenkessel angeordneten stromlos schaltenden Stufenwähler und einen auf dem Kopf der Durchführungen befestigten Lastschalter, der in einem kleinen Öltopf eingeschlossen ist.

Angetrieben wird die Regeleinrichtung durch Fernsteuerung mit Stufenanzeigevorrichtung oder selbsttätig durch ein Spannungsrelais mit Zeitverzögerung. Als Spannungsrelais können auch aus gesättigten Drosseln und Kondensatoren gebildete Schwingungskreise verwendet werden. [H. Diggle, J. Instn. electr. Engrs. 81 (1937) S. 330.] R. K.

621. 313. 013. 5 Über das magnetische Feld im Luftspalt bei halboffenen Nuten. — Das magnetische Feld der symmetrischen halboffenen Nut wird mit Hilfe konformer Abbildungen für den Fall unendlich dünner Stege untersucht. Mit diesem Grenzfall hat man ein Maß für die Güte der üblichen Näherung durch die offene Nut. Die Abweichungen gegen empirische Formeln für Induktionsmaschinen sind weitaus größer als die Abweichungen von der üblichen Näherung. Zum Schluß wird die Folgerung gezogen, daß eine von Weber¹⁾ aufgestellte Formel für halboffene Nuten auch bei gesättigten Zahnspitzen nicht der Wirklichkeit entsprechen kann. [F. Ádám, Arch. Elektrotechn. 32 (1938) H. 1, S. 64; 6 S., 6 Abb.]

513. 75: 621. 313. 012 Zur Theorie der Ortskurven. — Die Darstellung der Vorgänge in Wechsel- und Drehstrommaschinen durch Ortskurven findet wegen ihrer großen Anschaulichkeit immer mehr Anwendung. Für eine weitere Verbreitung dieser erfolgreichen Darstellungsweise ist es allerdings nach Ansicht von G. Leiner nötig, die Ortskurventheorie besonders im Hinblick auf ihre praktische Anwendung noch etwas mehr aus-

zubauen und dabei der Aufbringung der Parameterteilung auf die Trägerkurve besondere Beachtung zu schenken. Dabei wird die Forderung aufgestellt, bei der Darstellung einer Ortskurve die Konstruktion ihrer geometrischen Gestalt von der Aufbringung der Teilung zu trennen. Die Teilung ist erst auf die fertig gezeichnete Kurve von einer geradlinigen, linear geteilten Leiter aus auf möglichst einfache Weise zu übertragen. Ausgehend von der allgemeinen Geraden und dem Kreis werden in knapper, rezeptartiger Form für Kegelschnitte und bizirkuläre Quartiken Konstruktionen angegeben, die dieser Forderung genügen. Besonders die angegebene Konstruktion bizirkulärer Quartiken mittels Abtragstrecken stellt eine grundsätzlich neue Lösung dar, die eine bedeutende Zeitersparnis beim Aufzeichnen der Kurve mit sich bringt. Bisher wurden bizirkuläre Quartiken, die vor allem bei der Untersuchung von Drehstrom-Regelsätzen eine besondere Rolle spielen, meist als vektorielle Summe zweier Kreise erhalten. Dieser Weg war sehr zeitraubend, da erst die Parameterteilungen auf den beiden Kreisen bekannt sein mußten, ehe mit der punktwisen, vektoriellen Addition begonnen werden konnte. Der Vorteil der neuen Konstruktion besteht darin, daß die beiden Kreise, mit deren Hilfe die bizirkuläre Quartik konstruiert wird, so zueinander gelegt werden, daß die entsprechenden Vektoren gleichen Parameters in bezug auf einen festen Punkt, das „Strahlenzentrum“, gleiche Richtung haben. Die vektorielle Addition wird dadurch zu einer einfachen Addition von je zwei Strecken gleicher Richtung und somit unabhängig vom Parameter. Die Parameterteilung kann dann entsprechend der oben gestellten Forderung nachträglich aufgebracht werden. Die bekannte Konstruktion der Pascal-Schnecke als Kreiskonchoide ist ein Sonderfall dieser allgemeineren Konstruktion. Praktische Anwendungsbeispiele will der Verfasser in einer späteren Arbeit bringen. [G. Leiner, Arch. Elektrotechn. 32 (1938) H. 1, S. 52; 7 S., 10 Abb.]

Geräte und Stromrichter.

621. 314. 651. 2 Klein-Eisenstromrichter für mittlere Leistungen. — Die Entwicklung der Stromrichter mit Glasgefäßen erreichte in den letzten Jahren eine durch die Eigenschaft des Werkstoffes Glas bedingte Baugrenze von etwa 500 A und 600 V, über die hinauszugehen nicht ratsam erscheint, da die Schwierigkeiten der Herstellung mit wachsender Größe der Kolben zunehmen. Es wäre an sich möglich, unter Beibehaltung der Kolbenabmessungen durch gesteigerte Wärmeabfuhr die Kolbenleistung noch zu erhöhen, jedoch rechtfertigt der hierbei erzielte Gewinn nicht den beträchtlichen Mehraufwand an Rohrleitung, Gebläse und erhöhtem Platzbedarf. Auf der anderen Seite stand als nächst größere Stromrichter-einheit erst der 1000 A-Großstromrichter zur Verfügung, so daß diese Lücke bis jetzt nur durch Parallelschalten mehrerer Glasstromrichter ausgefüllt werden konnte. Es bestand somit, besonders im Hinblick auf die starken Beanspruchungen der Stromrichter in Industrie- und Bahnanlagen, das Bedürfnis, mit einem Eisenstromrichter diese Lücke auszufüllen, der aber mit Rücksicht auf Preis und Wirtschaftlichkeit die gleiche gute spezifische Ausnützung des Entladungsraumes und den gleichen niedrigen Spannungsabfall aufweisen muß wie ein Glasstromrichtergefäß.

Wesentliche Fortschritte bezüglich der Ausnützungsfähigkeit des Vakuumsraumes waren erfahrungsgemäß durch geometrische Vergrößerung der Abmessungen der bisherigen Grundformen nicht zu erzielen. Es mußten daher bei der Schaffung des neuen Klein-Eisenstromrichters, der diesen Anforderungen genügen sollte, neue Wege beschritten werden.

Vergleichsmessungen hatten gezeigt, daß mit zunehmender Leistung sowohl bei Glas als auch bei Eisen die Verluste in den Räumen vor der Mündung der Anoden mehr als verhältnismäßig zunehmen. Da die Temperatur im Gleichrichterinnen in erster Annäherung der in der Raumeinheit entwickelten Verlustwärme verhältnismäßig ist, so nimmt der für die Vorgänge an den Anoden maßgebende Sattdampfdruck mit größer werdender Leistung stark zu, bis hiermit schließlich eine Begrenzung der Leistung eintritt. Um Fortschritte zu erzielen, war es daher erforderlich, den Rauminhalt dieses ungünstig beanspruchten Teiles zu vergrößern. Zu demselben Ergebnis führten die Betrachtungen über den Verlauf der Expansionsströmung des Quecksilberdampfes. Bei der Verdampfung nimmt das spezifische Volumen des Dampfes zunächst erheblich zu bis zu einem Werte, der der im Expansionsraum herrschenden Temperatur entspricht, dann findet Teilkondensation statt, und das spezifische Volumen nimmt wieder ab bis zur vollständigen

¹⁾ E. Weber, ETZ 49 (1928) S. 858 u. 1502.

Kondensation. Es ist daher vorteilhaft, die der Dampfströmung zur Verfügung gestellten Querschnitte dem spezifischen Volumen des Dampfes verhältnismäßig zu machen, um in jedem Punkt des Gefäßes die dem natürlichen Strömungsvorgang entsprechende Dampfdichte zu erhalten. Es muß daher dem Dampf unmittelbar oberhalb der Kathode, wo die heftigste Entspannung stattfindet, der größte Querschnitt zur Verfügung gestellt werden, der entsprechend dem Kondensationsvorgang nach oben hin immer mehr abnehmen kann. Daher werden die Anodenmündungen zweckmäßig an derjenigen Stelle des Vakuumraumes angesetzt, an der die größte Entspannung und die geringste Dichte des Quecksilberdampfes herrschen. Hierdurch ist die grundsätzlich neue Form des Gleichrichteressels gegeben mit dem größten Querschnitt oberhalb der Kathode, der sich nach oben hin immer mehr verjüngt, die aerodynamisch günstige Tropfenform. Die Kühlung

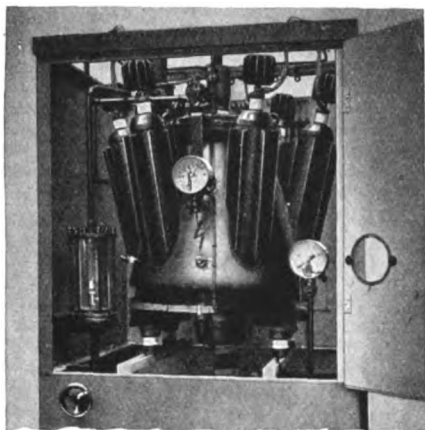


Abb. 5. Klein-Eisenstromrichter mit Zubehör in ein Gerüst eingebaut, dessen unterer Teil hier fortgelassen ist.

des Entladungsgefäßes erfolgt durch einen Lüfter, daher werden die Anoden in ähnlicher Weise wie bei Glasgefäßen aus dem Kondensraum als ausgeprägte Anodenarme herausgeführt (Abb. 5). Hierbei stellen sich wesentlich höhere Temperaturen an den Anodendurchführungen ein als bei Wasserkühlung, die nur dadurch zu ertragen sind, daß entsprechend unempfindliche Dichtungen angewendet werden. Hierzu steht die konstruktiv sehr einfache Weichlötlötung des Porzellans zur Verfügung, die sich für andere Zwecke (Hochspannungs-Eisenstromrichter und Kondensator durchführungen) schon bewährt hat. Der Einbau von Steuergittern gestaltet sich besonders einfach, so daß eine außerordentlich sichere Steuerfähigkeit gewährleistet ist.

Diese neue Bauform gestattet eine spezifische Ausnutzung des Vakuumraumes, die etwa dreifach so hoch ist, als bei den bisherigen Großstromrichtern, ohne daß hierbei die Grenzen schon erreicht werden. Es sind daher ohne weiteres Überlastungen zulässig wie sie vom VDE für Großstromrichter vorgeschrieben sind¹⁾. Der Lichtbogenabfall ist geringer als bei Großstromrichtern und liegt in der Größenordnung von 20 bis 23 V, so daß der Gesamtwirkungsgrad nicht niedriger ist als bei einer Glasstromrichteranlage gleicher Leistung.

Der Stromrichteresselt wird mit seinem üblichen Zubehör für Zündung, Hilfserregung, Kühlung und der noch vorgesehenen Entlüftungseinrichtung, die aber infolge der vorteilhaften Dichtungsart nur noch untergeordnete Bedeutung hat, in einem Eisengerüst untergebracht, wie es für 400 A-Glasstromrichter verwendet wird. Infolge der hohen spezifischen Leistung des Stromrichters ist im Innern des Vakuumkessels ein kleiner Wasserkühler angeordnet, der eine günstige Unterteilung des Wärmegefälles im Quecksilberdampf herbeiführt. Das Rückkühlen des Wassers geschieht mit einem durch den Hauptlüfter angeblasenen kleinen Rückkühler. Alle das Kathodenpotential führenden Teile sind gegen das Eisengerüst isoliert, so daß das Gerüst geerdet und im Zuge einer Schalttafel angeordnet werden kann. Für Meßinstrumente und Schalter wird eine besondere Schalttafel vorgesehen. Der Klein-Eisenstromrichter in Ausführung mit und ohne Steuergitter hat sich bereits in zahlreichen handbedienten und selbsttätigen Anlagen, insbesondere in Bahnbetrieben für 1200 V gut bewährt. [A. Siemens u. A. Bauer, Siemens-Z. 17 (1937) S. 525; 5 S., 10 Abb.]

eb.

¹⁾ VDE 0555/1936.

621. 316. 57. 064. 45 150 kV-Druckgasschalter für Holland. — Die der AEG in Auftrag gegebenen Umspannwerke von Rotterdam und Haag werden mit Druckgasschaltern für 150 kV Betriebsspannung und 600 A Betriebsstrom ausgerüstet. Die Abschaltleistung eines jeden Schalters beträgt 1500 MVA bei 9,5 bis 11,5 atü Betriebsdruck und einer Betriebsspannung von 150 kV. Von den aus Einzelpolen bestehenden Schaltern ist ein Teil, dem Verwendungszweck entsprechend elektrisch, mechanisch und pneumatisch 3polig gekuppelt, während die übrigen nach Wahl elektrisch und pneumatisch zu kuppeln sind, so daß sie 3polig und 1polig geschaltet werden können. Hierdurch ist es z. B. möglich, bei einem Kabelschaden das beschädigte Kabel ohne Betriebsunterbrechung gegen das vorhandene Reservekabel auszutauschen. Der Aufbau dieser Schalter gleicht dem der neuzeitlichen Hochspannungstrennschalter mit Drehstützern. Die beiden Drehstützer eines jeden Poles sind auf einem Unterbau, der im wesentlichen durch den aus zwei Rohren bestehenden Druckluftbehälter gebildet wird, aufgebaut. Die Drehstützer tragen Kontaktarme mit pilzartigen Schaltkammern, in denen sich die Schaltkontakte befinden. In der Einschaltstellung stehen sich die Schaltkammer zwischen den beiden Drehstützern gegenüber. Die Schaltkontakte, die aus den Kammern herausragen, werden dabei mit großem Druck gegeneinander gepreßt, so daß die Strombahn geschlossen ist. Beim Ausschalten wird den Schaltkammern durch die Stützer und durch die Kontaktarme Druckluft zugeführt, wobei die Schaltkontakte in die Schaltkammern gezogen werden und der zwischen ihnen entstehende Lichtbogen durch die ausströmende Druckluft beblasen und gelöscht wird. Gleichzeitig mit der Löschung des Lichtbogens werden die Stützer gedreht und die Schaltarme auseinander bewegt, so daß ein hinreichend großer Abstand zwischen den Elektroden entsteht. Der Luftverbrauch eines solchen Druckgasschalters für 150 kV Betriebsspannung und einer Abschaltleistung von 1500 MVA beträgt dabei nur etwa 1100 l auf Atmosphärendruck entspannte Luft, d. h. nur etwa 110 l Druckluft von 10 atü Betriebsdruck. Die Flachbauweise dieser Druckgasschalter ermöglicht eine übersichtliche Leitungsführung in der Schaltanlage und gestattet den Bahnversand in fertig zusammengebautem Zustand, so daß neben beträchtlichen Ersparnissen an Montagekosten eine kurze Montagezeit ermöglicht wird. H. Kf.

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 39 : 531. 788 Ein direktzeigendes Membranvakuummeter mit hoher Empfindlichkeit. — Für viele wissenschaftliche Untersuchungen sind die üblichen Vakuummeter mit Quecksilber ungeeignet, da dieses wegen seines niedrigen Dampfdruckes leicht in die Meßapparaturen eindringt und unerwünschte Wirkungen hervorruft. Kühlfällen, deren man sich in diesen Fällen oft bedient, sind umständlich; zudem besteht ein Bedürfnis nach einem Vakuummeter, das den gemessenen Druck unmittelbar anzeigt. C. Brinkmann hat ein direktzeigendes Vakuummeter entwickelt, das quecksilberfrei ist und auf der Durchbiegung einer Membran beruht. Im Gegensatz zu bekannten Vakuummetern wird hier die Auslenkung der Membran aber nicht mechanisch, sondern elektrisch ausgewertet. Hierdurch vermeidet man einerseits das verwickelte Hebelsystem einer mechanischen Anordnung und erzielt andererseits alle Vorteile der elektrischen Messung, so die Möglichkeit der Fernübertragung und der bequemen Aufzeichnung, ferner hohe Trägheitslosigkeit der Anzeige bei schnell veränderlichen Meßwerten.

Das genannte Vakuummeter benutzt die mit dem Luftspalt veränderliche Induktivität zweier Eisenkernspulen, von denen die eine fest mit dem Gehäuse verbunden und die andere an der Membran befestigt und somit den Druckveränderungen ausgesetzt ist. Beim Meßvorgang ändert sich also der Luftspalt zwischen den beiden Eisenkernen, was demgemäß auch eine Änderung des induzierten elektrischen Stromes in der Sekundärspule zur Folge hat. Dieser Strom wird an einem Milliampere-meter abgelesen.

Die ganze Meßeinrichtung ist sehr einfach, wenn es sich darum handelt, einen Unterdruck gegen die Atmosphäre zu messen in einem Bereich von etwa 1 bis 760 Torr. Dann läßt sich das Meßgerät in Art eines Hahnkückens ausbilden, das in die Vakuumleitung mit Fettschliff eingesetzt wird. Will man aber das Anzeigeinstrument in absoluten Einheiten eichen, so muß man den Meßdruck gegen einen bekannten und stets konstanten Druck messen. Zu diesem Zweck wird eine Gegen-druckdose ausgebildet; auf die Membran wirkt so die Differenz der beiden Drücke. Für hohe Empfindlichkeiten werden ent-

sprechend dünne Membranen vorgesehen, und man erreicht Ansprechempfindlichkeiten von etwa $2 \cdot 10^{-2}$ Torr. Gegen mechanische Überlastung sind die Membranen geeignet abgestützt. [C. Brinkmann, Arch. Elektrotechn. 32 (1938) H. 1, S. 59; 5 1/2 S., 4 Abb.]

Bergbau und Hütte.

621. 319. 7 : 669. 04 Bemerkenswerte Gichtgas-Elektrofilteranlage. — Seit Ende 1935 befindet sich auf einem neuen englischen Hüttenwerk in Cardiff eine neuzeitliche Gichtgas-Elektrofilteranlage mit beachtlich guten Ergebnissen in Betrieb. Die Anlage ist nach dem in Deutschland entwickelten Zweistufen-System entsprechend der Gichtgas-Elektrofilteranlage auf dem Hochofenwerk in Lübeck¹⁾ gebaut und zur Feinreinigung von 227 000 Nm³/h (Normalkubikmeter je Stunde) Gichtgas bemessen. Bei dieser Anlage wurden sämtliche bisher an ähnlichen Anlagen gesammelten Erfahrungen berücksichtigt. Das Gichtgas wird zunächst in Staubsäcken und anschließenden Vortex-Wirbeln grob vorgereinigt. Dann wird es in zwei Verdampfungskühlern durch Wassereinnebelung gekühlt und anschließend bei etwa 95° C in einer Trockenstufe elektrisch von etwa 3,8 g auf 0,1 bis 0,2 g je Normalkubikmeter weitgehend vorgereinigt. Die Trockenstufe besteht aus vier parallel geschalteten waagrechten Filtereinheiten, die mit sechs hintereinanderliegenden Kraftfeldern ausgerüstet sind.

Anschließend wird das Gas in vier Schlußkühlern durch Berieselung mit rd. 3,6 m³ Wasser je 1000 Normalkubikmeter Gichtgas auf etwa 30° C abgekühlt und in vier waagrechten Naßelektrofiltern, die mit je drei Kraftfeldern ausgerüstet sind, auf etwa 0,0035 bis 0,0048 g je Normalkubikmeter feingereinigt. Gleichzeitig werden auch alle im Gas enthaltenen Wasserdampf mit abgeschieden. Bei 25prozentiger Überlastung liegt der Reingasstaubgehalt bei nur etwa 0,0106 g je Normalkubikmeter.

Das Schlußkühlerwasser wird ohne besondere Klärung über einen Kaminkühler im Kreislauf verwendet und bleibt praktisch sauber. Zusatz an Frischwasser ist kaum erforderlich, da die Wasserverluste bei der Kühlung des Gases durch das aus dem feuchten Gichtgas anfallende Kondenswasser weitgehend gedeckt werden. Der Druckabfall in der Anlage einschließlich Schlußkühler liegt bei voller Belastung bei etwa 103 mm WS.

Der gesamte Verbrauch der Anlage an elektrischer Arbeit beträgt im Dauerbetrieb nur etwa:

a) für die beiden Filterstufen einschließlich aller Hilfsantriebe und der Drucksteigerung durch die Lüfter um 175 mm WS	1,46 kWh/1000 Nm ³
b) für die Schlußkühlerwasserpumpen	0,45 „
c) für die Wasserförderung zum Kaminkühler	0,25 „
zusammen	2,16 kWh/1000 Nm ³

(Anm. d. Ber.: Der erreichte Energieverbrauch liegt im Vergleich zu rein mechanischen Gichtgasreinigungsanlagen recht günstig. Eine ähnliche große Gichtgas-Elektrofilteranlage befindet sich z. Zt. in Deutschland im Bau.) [K. Guthmann, Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 922; 3 S., 3 Abb.] Hch.

Fernmeldetechnik.

621. 318. 42 + 621. 314. 21 : 621. 396. 64. 019. 1 Nichtlineare Verzerrungen magnetischen Ursprungs. — Im Zusammenhang mit Verstärkerschaltungen erörtert L. Köhler die nichtlinearen Verzerrungen magnetischen Ursprungs. Verstärkerröhren und Transformatoren sind im allgemeinen nichtlineare Schaltelemente. Daher wird zunächst auf die Möglichkeit hingewiesen, nichtlineare Verzerrungen, die durch die Röhrenkennlinien entstehen, dadurch herabzusetzen, daß die Röhren in Gegentaktschaltung werden. Besonders bei Dreipolröhren, bei denen die zweite Harmonische alle anderen Teilschwingungen übertrifft, werden die Verzerrungen durch die Gegentaktschaltung wesentlich vermindert, weil die geradzahigen Harmonischen, die in jeder der beiden Röhren entstehen, sich in Gegenphase befinden. Danach werden die magnetischen Verzerrungen ausführlich behandelt.

1. Verzerrung durch unbelastete Eisenkernspulen. Durch die Spule fließe ein rein sinusförmiger Strom. Die an der Spule entstehende Spannung besteht aus:

- a) einer Komponente, die 90° Phasenverschiebung gegenüber dem Strom hat;

b) einer Komponente in Phase mit dem Strom, durch die der Leistungsverlust in der Spule gekennzeichnet ist. Verlustwiderstand R_h ist im wesentlichen durch den Hystereseverlust gegeben, der von dem Flächeninhalt der Φ - $\dot{\Phi}$ -Schleife abhängt;

c) Oberschwingungen, die die Verzerrungen darstellen. Die Größe der magnetischen Verzerrungen wird durch den Verlauf der Φ - $\dot{\Phi}$ -Schleife bestimmt. Ist nämlich die durchlaufene Schleife eine Ellipse, so treten keine Verzerrungen auf, sondern nur eine Phasenverschiebung zwischen Φ und $\dot{\Phi}$. Im allgemeinen haben jedoch die Schleifen spitze Umkehrpunkte, so daß Verzerrungen vorhanden sind. Wie man zeigen kann, fallen die geradzahigen Harmonischen heraus, da man es mit einem symmetrischen Vorgang zu tun hat. Das Verhältnis der Amplituden der ungeradzahigen Harmonischen ergibt sich zu $V_3 : V_5 : V_7 = 1/5 : 1/21 : 1/45$. Die 3. Harmonische überwiegt also bei weitem. Zwischen dem Hystereseverlustwiderstand R_h und der Amplitude V_3 besteht die Beziehung

$$\frac{V_3}{R_h} \cdot i_0^2 = 0,6.$$

Hiernach kann die Verzerrung einer Spule berechnet werden, wenn der Hystereseverlustwiderstand bekannt ist.

2. Verzerrung durch belastete Spulen. Durch die Spule, die durch eine Parallelimpedanz überbrückt ist, fließe ein rein sinusförmiger Strom. In dem Kreis, der durch die Spule und die äußere Impedanz gebildet wird, fließt dann ein Verzerrungsstrom, wodurch die Verzerrungsspannung an der Spule sinkt. Das Verhältnis dieses Spannungsabfalles zum Verzerrungsstrom kann man als innere Impedanz für die Oberschwingungen ansehen, die mit zunehmender Ordnung der Harmonischen wächst, d. h. die hohen Harmonischen werden stärker sinken als die tiefen. Wählt man z. B. den äußeren Widerstand rein ohmisch und gleich $w_1 L$ für die Grundwelle, so sinken die 3., 5. und 7. Harmonische auf den $1/\sqrt{10}$, $1/\sqrt{26}$ und $1/\sqrt{50}$ -ten Teil des ursprünglichen Wertes. Die Verzerrung steigt jedoch, falls die äußere Belastung eine Kapazität mit einem solchen Wert ist, daß sie bei der Frequenz einer der Harmonischen gerade in Resonanz mit L ist. Der Kreis bildet dann eine Reihenresonanz für diese Harmonische. Der in diesem Kreis fließende Strom ist sehr groß, und auch auf dem Kondensator entsteht eine hohe Spannung von dieser Harmonischen.

Die Wirbelstromverluste kann man dadurch sehr einfach erfassen, daß man sie sich im Ersatzbild durch einen Parallelwiderstand R_w zur Reihenschaltung von R_h und L dargestellt denkt. Der Wirbelstromwiderstand bildet damit eine Belastung der Spule. Wird also der von außen kommende Strom konstant gehalten, so muß der Strom in der Spule sinken. Gleich einem äußeren Belastungswiderstand bewirken diese Verluste dann, daß die Verzerrung verringert wird.

3. Verzerrung durch Transformatoren. Die Verzerrungen durch Transformatoren werden an dem Ersatzbild einer Endstufe erörtert. Die Verstärkerröhre ist dabei durch eine Stromquelle von der Stärke $S \cdot V_g$ (S Steilheit) und den parallelen Innenwiderstand R_i ersetzt. Der sekundäre Belastungswiderstand R_b wirkt auf den Primärkreis mit $n^2 \cdot R_b$, so daß man sich zu L_p des Transformators die beiden Widerstände R_i und $n^2 \cdot R_b$ parallel geschaltet denken kann. Diese können nun zu einem gemeinsamen Kombinationswiderstand zusammengefaßt werden, so daß sich damit der Fall der belasteten Spule ergibt. Fließt jedoch außer dem Wechselstrom noch ein Gleichstrom durch L_p , so ist die Hystereseschleife nicht mehr symmetrisch und es entstehen auch geradzahige Harmonische. [J. W. L. Köhler, Philips techn. Rdsch. 2 (1937) S. 193; 8 S., 12 Abb.] Mhg.

538. 56 : 621. 397. 5 Elektrische Schwingungen und ihre Anwendung beim Fernsehen. — Der Aufsatz behandelt einleitend die Wirkung eines Lichtstrahls auf eine lichtempfindliche Kalium- oder Caesiumschicht einer luftleeren Glasröhre, das Entstehen eines elektrischen Stromes in solchen lichtelektrischen Zellen und deren besondere Bedeutung für das Fernsehen. Zur allgemeinen Erläuterung des Begriffs „elektrische Schwingung“ werden bekannte Vergleiche mit mechanischen Schwingungen gezogen und die entsprechenden Schwingungsträger, nämlich mechanische Federn und Massen, den elektrischen Kondensatoren und Spulen gegenübergestellt. Als elektrischer Schwingungserzeuger werden das Dynatron und seine Kennlinie besprochen und seine Wirkungsweise an Hand eines zeichnerisch dargestellten Modells eingehend geschildert.

¹⁾ Stahl u. Eisen 51 (1934) S. 577.

Das von Duddell stammende Modell besteht aus einem Wassergefäß, in dessen Einlaßrohr ein unter Gewichts- und Federdruck stehendes Ventil eingebaut ist, das bei einem bestimmten Wasserdruck nachgibt, das Einlaßrohr öffnet und wieder schließt, wenn der Wasserdruck gesunken ist. Als weiterer elektrischer Schwingungserzeuger wird eine mit Quecksilberdampf gefüllte Röhre, das Thyatron, mit Schaltbild behandelt. Seine besondere Bedeutung gewinnt das Thyatron in Fernsehgeräten bei der Erzeugung von Kippschwingungen, die die Grundlage für das Zeilenraster der Kathodenstrahlröhren bilden. Das Zeilenraster entsteht mit Hilfe des Thyatrons aus der Zusammenwirkung einer schnellen Waagrecht- und einer langsamen Senkrechtführung des Elektronenstrahls. Die Arbeitsweise des Thyatrons wird wiederum durch ein mechanisches Modell erläutert, das aus einem drehbaren Wassergefäß besteht und bei einem bestimmten Wasserstand, entsprechend der Aufladung eines Kondensators, umkippt und sich entleert.

Dann beschreibt der Verfasser die von Farnsworth entwickelte Kamera für Fernseh-Außenaufnahmen. Ausgehend von dem Verhalten freier Elektronen im luftleeren Raum, auf die elektrische und magnetische Felder einwirken, wird gezeigt, daß der von der lichtempfindlichen Schicht eines evakuierten Rohres losgelöste Elektronenstrom so gebündelt werden kann, daß das optische Bild der lichtempfindlichen Schicht als Elektronenbild auf der Anode mit genau übereinstimmenden Helligkeitswerten wiederentsteht. Wenn zwei weitere senkrecht zueinander und zur Röhrenachse stehende Magnetfelder den Elektronenstrom entsprechend dem oben beschriebenen Raster bewegen und jeder Punkt des Elektronenbildes von einer feststehenden Blende in der Anode abgetastet wird, so kann der abgeleitete Bildstrom nach Verstärkung zur Modulation einer Trägerwelle verwendet werden. — Zum Schluß folgen kurze Ausführungen über das beim Fernsehen zu übertragende Frequenzband, über die Notwendigkeit der Verwendung kurzer Wellen und über die begrenzte Reichweite der Fernsender. [E. W. Marchant, Engineering 144 (1937) S. 330; 11/8 S., 7 Abb.] *Wlm.*

621. 396. 67. 08 Praktische Messungen an Gemeinschaftsantennen-Anlagen. — Bei der Einrichtung von Gemeinschaftsantennen-Anlagen ist es notwendig, eine Reihe von Messungen durchzuführen, um die bestmögliche Leistung zu erzielen. Im ersten Teil der Arbeit werden die erforderlichen Meßgeräte (Störsuchgerät, Meßempfänger, Empfängerprüfgenerator, Antennenprüfgerät usw.), im zweiten Teil die notwendigen Messungen und Meßverfahren beschrieben.

Wie bei jeder Antenne, so ist auch bei der Gemeinschaftsantenne für störfreien Empfang Voraussetzung, daß der aufzunehmende Teil der Antenne im störfreien Feld liegt. Das Störsuchgerät erleichtert das Auffinden eines geeigneten störfreien Platzes. Messungen mit dem Meßempfänger an einer errichteten behelfsmäßigen Antenne mit geschirmter Niederführung geben einen Überblick über die zu erwartenden Nutz- und Störspannungen. Man kann aus den Meßergebnissen Schlüsse ziehen auf die notwendige Ausdehnung des aufnehmenden Teils der Antenne sowie auf die erforderliche Höhe des Ansatzpunktes der geschirmten Antennenzuleitung und so eine gute Leistung der endgültigen Antennenausführung sicherstellen. In diese Messungen kann unter Benutzung des Antennenprüfgeräts auch der aperiodische Antennenverstärker einbezogen werden. Meßempfänger und Antennenprüfgerät werden ferner bei der Einschaltung der Anlage gebraucht, um den Sperrkreis im Antennenverstärker einzustellen und die Spannung an verschiedenen Punkten der Teilnehmerleitung zu messen. Die Spannung am Abschlußwiderstand der Stammleitung soll bei richtiger Ausführung der Antennenanlage nicht kleiner sein als $\frac{1}{3}$ der Ausgangsspannung des aperiodischen Verstärkers. Bei der Spannungsmessung an den Teilnehmersteckdosen mit ihren hochohmigen Spannungsteilern bedarf die Anzeige des Antennenprüfgerätes wegen seines in etwa gleicher Größe liegenden Eingangswiderstandes einer Korrektur, es zeigt eine um etwa 40% zu geringe Spannung an. Die einwandfreie und dauerhafte Herstellung von Kontakten und Verbindungen sowie die einwandfreie Isolation spielen gerade für das störfreie Arbeiten von Hochfrequenzanlagen eine große Rolle. Sowohl beim Aufbau wie bei der Überwachung von Gemeinschaftsantennen-Anlagen werden daher auch die bekannten Meßgeräte wie Leitungsprüfer, Meßbrücke, Isolationsmesser und andere gebraucht. [K. Müller u. O. Schneider, Siemens-Z. 17 (1937) S. 348; 7 S., 12 Abb.] *Mbs.*

Theoretische Elektrotechnik.

621. 317. 755. 004. 12 Ein Entladungsrohr für hohe Leistungen und niedrige Erregerspannungen beim Kaltkathodenoszillographen. — Es ist von Vorteil, über ein Entladungsrohr zu verfügen, das bei niedrigen Frequenzen eine hohe Empfindlichkeit erzielt, aber auch für schnellste Vorgänge eine hohe Schreibleistung ermöglicht. Je weiter man dabei die Strahlspannungen herabsetzen kann, desto vorteilhafter wird das Rohr sein. Zu diesem Zwecke wurde ein Kaltkathodenrohr entwickelt, das unter Verwendung des von Rogowski und Malsch vorgeschlagenen Kunstgriffes der Hilfsentladung und deren Begünstigung durch ein Magnetfeld (Vorkonzentrierungsspule) bei Spannungen von 10 bis 15 kV die Grenzleistung des K.O. erreicht, aber auch noch bei niedrigen Spannungen von nur 2,5 kV bei hoher Ablenkempfindlichkeit betrieben werden kann. Durch Anwendung einer Voranode und durch besondere konstruktive Durchbildung des Rohres war es möglich, die hohen Schreibleistungen bei verhältnismäßig niedrigen Strahlströmen zu erreichen. Hierdurch wird die Lebensdauer einer Kathode — die Kathode ist bei dem Rohr leicht auswechselbar — wesentlich erhöht. Bei niedrigen Spannungen trägt die besondere Ausbildung des Kraters während des Einbrennens zu einer Verlängerung der Lebensdauer bei. Besonders hervorzuheben ist die Art der StrahlstromEinstellung durch Hilfsspannungs- und Stromregelung der Vorkonzentrierungsspule, die ein leichtes, stetiges Verändern des Strahlstromes zuläßt und dadurch eine Anpassung der Strahlleistung an die jeweiligen Erfordernisse ermöglicht.

Zum Nachweis der Betriebssicherheit und Leistungsfähigkeit des neuen Rohres wurden einige Schwingungen aufgenommen. Die bei den Aufnahmen erreichten Schreibgeschwindigkeiten (elektrischer Stoßdurchschlag) beweisen, daß das Rohr allen praktisch vorkommenden Aufgaben gewachsen ist. [H. Thielen, Arch. Elektrotechn. 32 (1938) H. 1, S. 38; 6 S., 8 Abb.]

Physik.

538. 11 Sättigungsmagnetisierung und Annäherungsgesetz des Eisens. — Zur Feststellung des Sättigungswertes reinen Eisens sowie zur Klärung der theoretisch wichtigen Frage, ob die Magnetisierung bei hohen Intensitäten vom Kehrwert der Feldstärke $\mathfrak{H}$ oder vom Quadrat dieses Kehrwertes abhängt, wurde mit einem Jochisthmus-Verfahren als absolutes Verfahren (Genauigkeit $\pm 0,3\%$) und einem Differential-Verfahren für Vergleichszwecke (Fehler $< 0,1\%$) der Verlauf der Magnetisierung im Feldstärkenbereich von etwa 300 bis 8500 Oe an verschiedenen Proben reinem sowie an technischem Eisen untersucht. Ferner wurde die Beeinflussbarkeit des Sättigungswertes durch die üblichen Eisenbegleiter (Al, C, Cr, Cu, Mn, N, Ni, O, P, S und Si) an 45 besonders hergestellten Legierungen studiert. Trägt man die Suszeptibilität χ als Funktion der Magnetisierung $\mathfrak{I}$ auf, so ergibt sich, daß sämtliche Eisensorten in der Gegend von $0,98 \mathfrak{I}_\infty$ eine Ausbuchtung der χ -Kurve entsprechend einem Gesetz für $\mathfrak{H}^{-2}$ zeigen; oberhalb $0,99 \mathfrak{I}_\infty$ ist dagegen der Verlauf geradlinig, entsprechend einem Gesetz für $\mathfrak{H}^{-1}$. Es ist also das Annäherungsgesetz in verschiedenen Feldstärke- bzw. Magnetisierungsbereichen verschieden, woraus sich die bisherigen Unterschiede im Schrifttum erklären. Aus der Bestimmung des Einflusses der Eisenbegleiter (siehe oben) wurde die Änderung der spezifischen Sättigung für 1% Fremdstoff berechnet und der Sättigungswert sieben besonders reiner, in ihrer Zusammensetzung bekannter Eisensorten auf ihre Verunreinigungen korrigiert und so auf das völlig reine Eisen extrapoliert. Unter der Annahme, daß sich der geradlinige Verlauf der χ -Kurve oberhalb einer Feldstärke von 8500 Oe weiter fortsetzt, ergibt sich dann für die Sättigung völlig reinen Eisens bei Raumtemperatur der Wert $\sigma_\infty = 217,98 \pm 0,1$ (Moment je Gramm Eisen), d. h. bei einer angenommenen Dichte von 7,878 eine Magnetisierung von $4 \pi \mathfrak{I}_\infty = 21\,580 \pm 10$ Gauß. Die Ergebnisse stimmen mit denen von Weiß und Forrer bis auf $0,9\%$ überein. Eine Kaltverformung hat keinen Einfluß auf die spezifische Sättigung. [W. Steinhäus, A. Kußmann u. E. Schoen, Phys. Z. 38 (1937) S. 777; 9 S., 7 Abb.] *E. Sn.*

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernsprecher: 30 06 31. — Postscheckkonto: Berlin 213 12.

ETZ-Einbanddecken.

Die Einbanddecken für den Jahrgang 1937 der ETZ sind inzwischen fertiggestellt. Sie sind auch diesmal in der seit 1925 bekannten Art ausgeführt: Zwei Halbjahresbände, blauer Leinenrücken mit Titelaufdruck in Gold, breite Leinenecken.

Der Preis für beide Halbjahresbände zusammen beträgt 3,20 RM — für VDE-Mitglieder 2,40 RM.

Die Decken sind durch jede Buchhandlung oder von der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33, VDE-Haus, zu beziehen, die auch die Restbestände der ETZ-Einbanddecken 1934, 1935 und 1936 übernommen hat.

Aus den VDE-Bezirken.

Bezirk Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein E. V.
(Gegründet 1879)Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 IV, VDE-Haus.
Fernsprecher: 34 88 85. — Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Fachversammlung

des Fachgebietes „Installationstechnik“.

Leiter: Oberingenieur W. Hoeres VDE.

Vortrag

des Herrn Dipl.-Ing. W. Pauli, Berlin, am Donnerstag, dem 27. Januar 1938, um 20⁰⁰ in der Technischen Hochschule, Charlottenburg, Hörsaal EB 301, über das Thema:

„Die Abwehr unbefugter Stromentnahme“.

Eintritt und Kleiderablage frei.

Fachversammlung

des Fachgebietes „Hochspannungsgeräte“.

Leiter: Direktor Dr.-Ing. E. Krohne VDE.

Vortrag

des Herrn Professor Dr.-Ing. E. h. J. Biermanns VDE, Berlin, am Dienstag, dem 1. Februar 1938, um 20⁰⁰ in der Technischen Hochschule, Charlottenburg, Hörsaal EB 301, über das Thema:

„Fortschritte im Bau von Druckgasschaltern“.

Eintritt und Kleiderablage frei.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Die nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um 18⁰⁰ im Jungingenieurzimmer des VDE-Hauses, Charlottenburg, Bismarckstraße 33, statt. Die Teilnahme ist frei. VDE-Mitgliedschaft ist nicht Bedingung.

Hochfrequenztechnik. Leiter: Dr.-Ing. A. Allerding VDE.

27. 1. 1938 „Stromverteilung in Mehrgitterrohren“, Vortragender: Studienrat Ing. J. Kammerloher VDE. Die Veranstaltung findet wegen der Vorführungen in der Gaußschule, Berlin NW 21, Bochumer Str. 8, um 18⁰⁰ statt.

Hochspannungstechnik. Leiter: Dr.-Ing. G. Hameister VDE.

28. 1. 1938 „Die Isolierung von Generatoren“, Vortragender: Oberingenieur R. Neuwald.

Installationstechnik. Leiter: Dipl.-Ing. R. Schamberger VDE.

1. 2. 1938 Vortragsreihe: Installationsanlagen und Leitungsverlegung. 5. Abend: „Neuzeitliche Großinstallationen“, Vortragender: Dipl.-Ing. J. Weber.

Meßtechnik. Leiter: Dr.-Ing. H. Boekels VDE.

2. 2. 1938 „Empfindlichkeit und Genauigkeit elektrischer Meßgeräte“, Vortragender: Dr.-Ing. W. Schnettker.

Allgemeine Elektrotechnik. Leiter: Dr.-Ing. V. Aigner VDE.

3. 2. 1938 Vortragsreihe: Relais in der Starkstromtechnik. 3. Abend: „Vergleichsschutzeinrichtungen“, Vortragender: Dipl.-Ing. F. Geise.

Elektrizitätswerke. Leiter: Oberingenieur Dipl.-Ing. B. J. v. d. Knesebeck VDE.
4. 2. 1938 Vortragsreihe: Berechnung und Bau eines modernen Dampfkraftwerkes. 5. Abend: „Das elektrische Schaltbild“, Vortragender: Dipl.-Ing. H. Beling VDE.

VDE Bezirk Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein E. V.

Der Geschäftsführer:

Burghoff

Bezirk Nordhessen.

Am 9. 12. 1937 hielt Herr W. Henning einen Vortrag über „Fernbedienungsanlagen“. Diese werden immer dann erforderlich, wenn die seitens einer zentralen Befehlsstelle bedienten Schaltorgane nicht mehr im unmittelbaren Bereich dieser Zentralstelle liegen, sondern in größerer Entfernung von dieser zu Schaltgruppen zusammengefaßt sind. Sie haben in diesem Falle einerseits die Aufgabe, die örtliche Bedienung dieser Schalt- oder Umspannstellen zu ersparen und darüber hinaus in größeren Netzen unmittelbare Schalthandlungen von einer zentralen Lastverteilerstelle auf Grund einer zentralen Übersicht über das gesamte Netz zu ermöglichen. Ihre besondere Bedeutung gewinnen die Fernsteuergeräte dadurch, daß durch sie die Fernsteuerung umfangreicher Unterstationen, die beispielsweise 100 oder mehr fernbediente Einheiten haben können, über nur eine Doppelleitung möglich wird. Dabei kann diese Verbindungsleitung außerdem bereits für andere Fernmeldezwecke mitbenutzt sein, so daß die Neuverlegung eines Kabels sich überhaupt erübrigt. Die Fernsteuergeräte, die diesen Verkehr auf einer Doppelleitung gestatten, setzen sich aus Wählern und Relais der normalen Fernsprechtechnik zusammen. Befehle und Rückmeldungen werden bei diesen Geräten durch Impulsreihen von der Steuerstelle zur gesteuerten Stelle übermittelt. Auf die Anwendung der Änderung der Frequenz, Polarität oder Intensität der übermittelten Zeichen zur Schalterauswahl wird dabei bewußt verzichtet, so daß eine allgemeine Anwendungsmöglichkeit der Geräte beispielsweise auch auf hochspannungsbeeinflußten Verbindungsleitungen möglich wird. Die unbedingte Betriebssicherheit der Wählergeräte wird durch die verschiedensten Sicherheitsmaßnahmen gewährleistet, ebenso ein unbedingter Schutz gegen das Auftreten von Fehlsteuerung bzw. Fehlmeldungen. Dieser Schutz wird dadurch erreicht, daß jede übermittelte Impulsreihe vor ihrem Wirksamwerden erst noch durch besondere Kontrollzeichen auf ihre Richtigkeit überprüft wird, ehe sie zur Ausführung des abgegebenen Befehls schreitet. Durch die Einführung von Impulspausen auf den einzelnen Wählerschritten wird es möglich, in einem Wählerumlauf sowohl mehrere Befehle als auch das Stellungsbild sämtlicher in der Unterstation befindlichen Einheiten in kürzester Zeit zu übertragen. Die Zeit von der Betätigung eines Befehlsschalters bis zum Eintreffen der entsprechenden Ausführungsmeldung beträgt bei kleineren Anlagen beispielsweise nur 3 s. Durch die Fernsteuerwählergeräte kann auch die stufenweise oder kontinuierliche „Höher“-„Tiefer“-Regelung von Transformatoren oder Turbinen über die gleiche Doppelleitung durchgeführt werden, wobei gleichzeitig auch die derzeitige Stufenstellung des Regelorgans übertragen wird. Auch eine Anzahl bestimmter Fernmeßstellen und die Übertragung von Alarm- und Warnmeldungen erlauben die Geräte. Wichtig ist ferner, daß in der Ruhestellung der Geräte über die gleiche Leitung auch ein Telefonie- oder Fernmeßverkehr abgewickelt werden kann. Sollen außer dem Fernsteuerverkehr mehrere Meßwerte gleichzeitig dauernd übertragen werden, so können die Hilfsmittel der Leitungstechnik angewendet werden, die durch Kunstkreise, Unterlagerungs- oder Überlagerungsfrequenzen eine Mehrfachbenutzung der Übertragungsleitung gestatten. Bei einer großen Zahl gleichzeitig zu übertragender Werte kann das Tonfrequenzverfahren mit bis zu 18 Übertragungskanälen angewendet werden. Neuerdings wird schließlich auch die unmittelbare Übertragung der Fernsteuer- und Fernmeldezichen über die Hochspannungsleitung üblich, bei der die Zeichenübermittlung durch Tastung von Hochfrequenzwellen erfolgt, die über Koppelkondensatoren auf die Hochspannungsleitung geleitet werden. Der interessante Vortrag schloß mit der Vorführung zweier gut zusammengestellter Filme, in denen die Anwendung und Wirkungsweise der größten bisher erstellten Fernbedienungsanlage der Berliner S-Bahn gezeigt wurde.

Sitzungskalender.

VDE, Bezirk Danzig. 31. 1. (Mo), 20⁰⁰, T. H. El. Inst.: „Die BBC-Gleichrichterlokomotive für die Höllentalbahn“ (m. Lichtb.). Dipl.-Ing. K. J. Mahr.

VDE, Bezirk Niedersachsen, Stützpunkt Wilhelmshaven. 1. 2. (Di), 20³⁰, Parkhaus: „Elektrowerk-

zeuge, ihre Behandlung und Anwendung“. Dir. Dr.-Ing. Fein VDE.

VDE, Bezirk Niederschlesien, Breslau. 1. 2. (Di), 20⁰⁰, T. H. El. Inst.: „Neuerungen auf dem Gebiete der elektr. Meßgeräte und Meßeinrichtungen“. Dipl.-Ing. W. Zschaage VDE.

VERSCHIEDENES.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Jubiläum. — Am 20. 1. konnte Herr Direktor E. Frost VDE sein 30jähriges Dienstjubiläum begehen. Gleichzeitig blickt die von ihm geleitete Aktiengesellschaft Elektrizitäts-Werke Liegnitz auf ihr 40jähriges Bestehen zurück. Mit großem fachlichen Können hat sich Herr Frost stets tatkräftig für die Aufwärtsentwicklung der Elektrizitäts-Werke Liegnitz eingesetzt und die soziale Gestaltung des Werkes vorbildlich gefördert.

BUCHBESPRECHUNGEN.

621. 315. 61

Elektrotechnische Isolierstoffe. Entwicklung, Gestaltung, Verwendung. Vorträge von H. Burmeister, W. Eitel, W. Estorff, W. Fischer, K. Franz, G. Pfestorf, R. Vieweg, W. Weicker. Veranstaltet durch den Bezirk Berlin-Brandenburg des VDE in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der T. H. Berlin. Herausg. v. R. Vieweg. Mit 235 Abb., 2 Tafeln, IX u. 295 S. im Format 160 × 240 mm. Verlag von Julius Springer, Berlin 1937. Preis geh. 18,30 RM, geb. 19,80 RM.

Unter dem Sammeltitle „Elektrotechnische Isolierstoffe“ ist durch R. Vieweg ein Buch herausgegeben worden, das die Vorträge einer Anfang des Jahres 1937 vom Bezirk Berlin-Brandenburg des Verbandes Deutscher Elektrotechniker und dem Außeninstitut der Technischen Hochschule Berlin gemeinsam veranstalteten Vortragsreihe zusammenfaßt. Das Buch stellt gewissermaßen eine Fortsetzung und Ergänzung des von H. Schering im Jahre 1924 herausgegebenen Buches dar, das aus einer gleichen Reihe hervorgegangen ist. Der Vergleich beider Bücher zeigt den Fortschritt und den Wandel in der Problemstellung der Elektrotechnik in den anderthalb Jahrzehnten, die zwischen beiden Büchern liegen. Das tritt besonders deutlich in Erscheinung, wenn man etwa die Kapitel über keramische Isolierstoffe und die Kapitel über Kunststoffe in beiden Büchern miteinander vergleicht. Stand 1924 an keramischen Isolierstoffen fast ausschließlich das Porzellan zur Verfügung, so nimmt heute in dem wiederum vom gleichen Verfasser W. Weicker geschriebenen Abschnitt die Technik der Sondermassen einen ebenso großen Raum ein wie die Technik des Porzellans. Verlustfaktor, Wärmedehnung, Dielektrizitätskonstante, Temperaturkoeffizient sind Größen, die heute fast planmäßig gesteuert werden können.

Ebenso umfangreich ist das neue Material im Abschnitt über organische Isolierstoffe. Zum Bakelit und Cellon, die 1924 fast als einzige Kunststoffe das Feld beherrschten, sind zahllose neue organische Kunststoffe mit den verschiedensten Eigenschaften und dementsprechend für verschiedenste Verwendungszwecke hinzugekommen. Der von R. Vieweg bearbeitete Abschnitt gibt einen guten Überblick über die Gesamtlage auf diesem Gebiet.

Der Inhalt des Buches gliedert sich in einen allgemeineren Teil, in dem die physikalischen Grundlagen und die Eigenschaften der Werkstoffe dargestellt werden, einen Abschnitt, der sich mit Prüfung und Messung der Eigenschaften der Isolierstoffe befaßt, und einen sehr umfassenden Teil, in dem die einzelnen Verwendungsgebiete der Isolierstoffe behandelt werden. Die Dreiteilung des Stoffes zeigt, daß auf diese Weise sowohl dem Forscher und „Konstrukteur von neuen Werkstoffen“ als auch dem Konstrukteur elektrischer Geräte, der solche Werkstoffe verwenden muß, und schließlich dem Betriebsingenieur ein wertvolles Material an die Hand gegeben wird. Der von W. Eitel bearbeitete Abschnitt über die physikalischen Grundlagen mit besonderer Berücksichtigung der anorganischen Stoffe, ergänzt durch die bereits erwähnten Ausführungen von W. Weicker und R. Vieweg über anorganische

und organische Stoffe, zeigt, daß heute an Stelle der Theorie des geschichteten Dielektrikums, die vor 15 Jahren im Vordergrund stand, die Forschung über die physikalischen Grundlagen sich über den Aufbau des Isolierstoffes klar zu werden versucht und aus ihm Schlüsse auf die physikalischen Eigenschaften ziehen möchte. Daß bis zu einer völligen Klärung dieser Zusammenhänge noch mancher Schritt getan werden muß, und in welcher Weise die Arbeit hier fortschreiten muß, ist in den Ausführungen niedergelegt.

Die Meßverfahren und ihre Ergebnisse behandelt G. Pfestorf. Der Fortschritt geht einerseits in der Richtung zu selbsttätigen Einrichtungen für die Aufzeichnung der Meßgrößen, andererseits zur Anwendung neuzeitlicher Untersuchungsmethoden. Der dritte Abschnitt über die Anwendung der Isolierstoffe gliedert sich in vier Berichte von W. Estorff über Isolierstoffe in der Hochspannungstechnik, H. Burmeister über Isolierstoffe in der Niederspannungstechnik, K. Franz über Isolierstoffe in der Fernmeldetechnik und W. Fischer über Isolierstoffe in der Elektrowärmetechnik. Wenn auch durch die Verwendung der gleichen Isolierstoffe auf den verschiedenen Gebieten hin und wieder einmal die gleichen Fragen doppelt behandelt werden, so gibt doch die Verschiedenheit der Anwendungsgebiete und ihre Aufgabenstellung so weitgehende Unterscheidungen, daß man diese Stoffeinteilung nur begrüßen kann. Besonders wertvoll erscheinen dabei die bisher in dieser Geschlossenheit noch nicht zusammengestellten Angaben über fernmeldetechnische und elektrowärmetechnische Isolierstoffe. Für beide Kapitel könnte man an manchen Stellen sogar noch eine Ergänzung für wertvoll halten, auf die die Verfasser wohl im Interesse einer Stoffbeschränkung verzichtet haben. — Ein gutes Sachverzeichnis und zwei Tafeln über organische und keramische Isolierstoffe vervollständigen das vom Verlag in bekannter Weise gut ausgestattete Buch, das in die Hand jedes praktischen Elektrotechnikers gehört.

H. Schwenkhagen VDE.

621. 385

Moderne Mehrgitter-Elektronenröhren. Von Dr. M. J. O. Strutt. 1. Bd.: Bau, Arbeitsweise, Eigenschaften. Mit 128 Abb., VI u. 131 S. im Format 160 × 240 mm. Verlag Julius Springer, Berlin 1937. Preis geh. 12,60 RM.

In dem vorliegenden Band werden Bau, Arbeitsweise und Eigenschaften moderner Mehrgitter-Empfangsröhren behandelt, während der angekündigte II. Band die physikalischen Grundlagen dazu bringen soll. Entsprechend den drei wichtigsten Empfangsfragen wird je ein besonderer Abschnitt den Hochfrequenzverstärkeröhren, den Mischröhren und den Niederfrequenz-Leistungsverstärkeröhren gewidmet. Der erste Abschnitt beginnt mit einer kurzen Erklärung der charakteristischen Größen einer modernen Elektronenröhre und schildert die Entwicklungsgedanken, die schließlich zu dem heutigen Aufbau einer Penthode führten. Dann werden die Verstärkung, ihre Reglung, die Verzerrungen und Störungen eingehend untersucht, die Methoden zu ihrer Messung und Berechnung angegeben und die aus den zulässigen Werten für den Röhrenbau gezogenen Folgerungen besprochen. Einige Kapitel befassen sich mit den Röhrenscheinwiderständen, für die Meßverfahren und die Frequenzabhängigkeit bis zu beliebigen hohen Frequenzen angegeben werden. Nach einer kurzen Betrachtung der Elektronenvervielfachung durch Sekundäremission schließt der erste Abschnitt mit Angaben über die Gleichrichtung mit Mehrgitterröhren.

Im zweiten Abschnitt werden nach ähnlichen Gesichtspunkten die sich aus dem Verfahren der Frequenzmischung und ihrer Erscheinungen ergebenden Folgerungen für den Röhrenbau behandelt. Besonderen Wert legte der Verfasser auch hier auf die mannigfaltigen wesenseigenen und betrieblichen Fehlerquellen und Störungen, wie z. B. den Schrotteffekt, die verschiedenen Verzerrungseffekte, das Überlagerungsspeifen, den Induktionseffekt, die Frequenzverwerfung u. a. Daneben

werden die Verstärkungsverhältnisse auf Grund genauer Berechnungen der Überlagerungsteilheit geklärt. Den Schluß dieses Abschnitts bilden bauliche Angaben über einige bewährte Oktoden.

Der dritte Abschnitt befaßt sich mit den bei der niederfrequenten Leistungsverstärkung auftretenden Fragen. Hier wird zunächst das Verfahren der Leistungsverstärkung, seine Grenzwerte und die Verzerrungen erläutert. Dann werden die baulichen Maßnahmen zur Verbesserung der dynamischen Charakteristik und schließlich die verschiedenen Verstärkerschaltungen und ihre Anforderungen an die Röhrenkonstruktion diskutiert. Besondere Aufmerksamkeit finden wieder die verschiedenen Störungserscheinungen und Verzerrungen und die Maßnahmen zu ihrer Begrenzung.

Das Buch stützt sich im wesentlichen auf die in den Philipswerken in Eindhoven gewonnenen Erfahrungen, an denen der Verfasser selbst großen Anteil hat. Auf die übrigen Arbeiten verweist ein ausführliches und übersichtlich angelegtes Schriftumsverzeichnis. Die Darstellung beschränkt sich auf das Wesentliche und ist leicht verständlich, obwohl sie vielfach zur mathematischen Beweisführung schreitet. Sie wird durch zahlreiche Abbildungen, insbesondere gute Schaubilder, erläutert. Das Buch wird für den praktischen Betrieb, besonders für den Röhrenbau als gute systematische Zusammenstellung der bis zu den jüngsten Tagen gewonnenen Erfahrungen, eine wertvolle und willkommene Hilfe sein. O. H. G r o o s.

621. 385

Fundamentals of Engineering Electronics. Von Prof. W. G. Dow. Mit 200 Abb., 16 Taf., XIII u. 604 S. im Format 145×230 mm. Verlag Chapman & Hall Ltd., London, u. John Wiley & Sons, New York 1937. Preis geb. 25 sh.

Das Buch ist aus Vorlesungen des Verfassers an der Universität Michigan entstanden. Es will dem Leser — in erster Linie dem amerikanischen Studenten — eine möglichst anschauliche und zahlenmäßig auswertbare Vorstellung von den Vorgängen im Innern der Elektronengeräte geben und ihn mit den Wirkungen der Elektronengeräte auf die angeschlossenen Stromkreise vertraut machen. Ziemlich ausführlich werden behandelt: Die Potentialtheorie der Elektronenröhren, die Bewegungsgesetze des Elektrons, Raumladungserscheinungen, Glühkathoden, das Elektronengas, Verstärkerröhren, das Bohr-Sommerfeldsche Atommodell, lichtelektrische Geräte, Gasentladungen, Stromrichter. Die etwas unübersichtliche Anordnung des Stoffes, die durch das Fortschreiten vom Leichtverständlichen zum Schwierigeren bedingt ist, wird durch ein 33 Seiten langes alphabetisches Inhaltsverzeichnis gemildert. Das Buch ist anregend geschrieben; durch Hervorheben von auch fernerliegenden interessanten Einzelheiten wird der manchmal spröde Stoff dem Leser nähergebracht. Mathematische Vorkenntnisse, die über Differential- und Integralrechnung und etwas Potentialtheorie hinausgehen, werden nicht vorausgesetzt. Gut ausgewählte Aufgaben am Schlusse jedes Kapitels (leider ohne Lösungen) geben dem Leser Gelegenheit, sich von seinem Verständnis und von seinem Gefühl für die Größenordnungen der Effekte zu überzeugen. Ein ausführliches Schrifttumsverzeichnis, in dem, dem Zwecke des Buches entsprechend, das dem amerikanischen Ingenieur leicht zugängliche Schrifttum den bevorzugten Platz einnimmt, regt zu weitergehendem Studium an. Die Zahl der dem Verfasser unterlaufenen Fehler und Unklarheiten ist für eine Erstauflage und ein so junges Gebiet erstaunlich gering.

Es liegt im Wesen eines Lehrbuches, daß es nur an die heute drängenden Fragen heran, aber nicht in sie hinein führt. Wer selbst am Ausbau der Elektronik arbeitet, wird daher vielfach die Behandlung seines eigenen engeren Tätigkeitsfeldes vermissen. Wer sich aber rasch über Grundfragen eines Nachbargebietes unterrichten will oder wer sich erst jetzt der Elektronik zuwendet, wird in dem Buch einen recht brauchbaren Wegweiser finden. O. Scherzer.

538. 56. 001. 4

Versuche zur elektrischen Resonanz mit hochfrequenten und niederfrequenten Wechselströmen (Versuche mit kleinen Röhrengeneratoren) mit einer kurzen theoretischen Erläuterung zur elektrischen Resonanz. Von Dr. F. Moeller. 14 Tab. IV u. 82 S. im Format 187×267 mm. Verlag Springer, Berlin 1937. Preis kart. 4,80 RM.

In vier nach Frequenzbereichen (50 Hz, 0,3 bis 10 kHz, 30 bis 1000 kHz, 10 000 bis 30 000 kHz) geordneten Abschnitten werden in einheitlicher Darstellung anschauliche Versuche zur Reihen- und Parallelresonanz beschrieben. Die Angaben be-

ziehen sich außer auf die Ausführung der Versuche selbst auch auf den Aufbau der Schaltungen, und zwar so eingehend, daß wohl jeder halbwegs mit den Grundlagen elektrischer Versuche Vertraute die geschilderten Einrichtungen herstellen und die Versuche selbst nachmachen können wird. Die Theorie der Resonanzerscheinungen ist in einem gesonderten Abschnitt, der den genannten anderen vorausgeht, kurz behandelt. Jeder, der ähnliche Versuche anstellen oder anderen vorführen will, wird sich durch das Büchlein eine Menge überflüssiger Arbeit ersparen und dem Verfasser hierfür Dank wissen. H. Piloty VDE.

621. 367 : 621. 791. 7

Taschenbuch für die Lichtbogenschweißung. Von Direktor K. Meller. 2. Neubearb. Aufl. Mit 95 Abb., VIII u. 197 S. im Format 130×180 mm. Verlag von S. Hirzel, Leipzig 1937. Preis geb. 5 RM.

Von dem in der ETZ 56 (1935) Seite 1372 besprochenen Taschenbuch ist eine zweite Auflage erschienen, von der das dort Gesagte unverändert gilt. Das Taschenbuch ist sehr geeignet, einen großen Leserkreis mit allen Fragen der Lichtbogenschweißung vertraut zu machen. Es behandelt nicht nur ausführlich die Gleich- und Wechselstrom-Schweißanlagen und die verschiedenen Schweißstäbe, sondern gibt auch Aufschluß über die Durchführung von Schweißungen bei Eisen und Nicht-eisen-Metallen und über die Prüfung der Schweißverbindungen. So wird auch die zweite Auflage eine schnelle und weite Verbreitung finden und allen, die mit der Lichtbogenschweißung zu tun haben, ein wertvoller Ratgeber sein. O. Zdralek VDE.

621. 3 (083. 133) (44)

Normalisations, Spécifications et Règles Techniques établies par l'Union des Syndicats de l'Electricité. Edition 1937—1938. Mit zahlr. Abb., XLVIII u. 1802 S. im Format 145×220 mm. Union des Syndicats de l'Electricité, Paris 8e, 54, Avenue Marceau. Preis geb. 90 Fr.

Das „Vorschriftenbuch“ bildet neben dem „Jahrbuch“ (Annuaire de l'Union des Syndicats de l'Electricité) die zweite große Veröffentlichung der USE. Dieses Buch ist in mancher Beziehung mit dem deutschen Vorschriftenbuch des VDE vergleichbar. Im Gegensatz zu den deutschen und anderen Vorschriftensammlungen ist bei dem französischen Vorschriftenbuch keine Einteilung nach Sachgebieten, sondern nach behördlich anerkannten und nicht anerkannten Bestimmungen der USE und nach behördlichen Vorschriften in den Vordergrund gerückt.

Die einleitenden Bemerkungen zerfallen in ein Vorwort, ein ausführliches Inhaltsverzeichnis, Bemerkungen über die USE-Bestimmungen und ein Sachverzeichnis. Im Vorwort werden die Änderungen gegenüber der 4. Auflage von 1934/35 angegeben. Die Bemerkungen über die USE-Bestimmungen lassen einen Vergleich mit der in Deutschland bestehenden Organisation des Vorschriftenwesens zu.

Der Hauptteil des französischen Vorschriftenbuches gliedert sich in folgende zehn Abschnitte:

- A. Vom Hauptnormenausschuß (C.S.Nor.) übernommene Bestimmungen (39 Einzelbestimmungen).
- B. Von der USE festgelegte Bestimmungen (31 Einzelbestimmungen).
- C. Qualitätszeichen der USE (Form und Ausführung des Zeichens, Satzung, Genehmigungsbedingungen, Zusammenstellung der erteilten Qualitätszeichen und USE-Kennfäden).
- D bis H. Behördliche Vorschriften (D Bemerkungen über behördliche Vorschriften, E Rundfunkentstörung, F Energieverteilungsanlagen, G Unfallverhütung in elektrischen Betrieben, H Bestimmungen für Zähler).
- I. Französische Maßeinheiten.
- J. Firmenmitteilungen (alphabetisches Verzeichnis und Branchenverzeichnis der anzeigenden Firmen, ferner Anzeigenteil).

Herm. Wagner VDE.

535 + 536 : 62

Technische Strahlungsaustauschrechnungen und ihre Anwendung in der Beleuchtungstechnik und beim Wärmeaustausch. Von Dr.-Ing. habil. E. Eckert. Mit 63 Abb. u. 61 S. im Format A 5. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin 1937. Preis geh. 6 RM.

Licht- und Wärmestrahlung unterscheiden sich, physikalisch gesehen, lediglich durch ihre Wellenlängen. Sie unterliegen, da die Wellenlängenunterschiede relativ klein sind, denselben Ausbreitungsgesetzen. So ist es zu verstehen, daß für

1) ETZ 57 (1936) S. 511.

viele Fragen der Wärmetechnik und der Lichttechnik außerordentlich ähnliche Aufgaben mit den gleichen Mitteln gelöst werden können. Es ist das Verdienst des Verfassers, dieser Tatsache dadurch Rechnung getragen zu haben, daß er für die verschiedensten Strahlungsvorgänge (z. B. strahlender Punkt, strahlende Fläche, Reflexion und Absorption) die allgemeingültigen Gleichungen zusammengestellt hat und an anschaulichen Beispielen ihre Anwendung auf Aufgaben der Beleuchtungstechnik und der Wärmetechnik zeigt. Der Wärmetechniker findet beispielsweise Gleichungen zur Ermittlung der Wärmeabstrahlung aus der Flamme in die Rohre eines Dampfkessels oder zur Bestimmung des Winkelverhältnisses von Stab- und Rohrregister. Der Lichttechniker findet das Lambert'sche Gesetz, die Berechnung der Horizontal-Beleuchtung aus der Lichtverteilung, Rousseau-Diagramm und vieles andere mehr. Der besondere Wert des Büchleins liegt nach Ansicht des Besprechers in der lückenlosen Zusammenstellung der im sonstigen Schrifttum sehr schwer oder gar nicht auffindbaren Gleichungen für besondere Strahlungsverhältnisse. Aus der Fülle der angegebenen Gleichungen sei kurz erwähnt: Bestrahlung eines Flächenelementes durch ein zweites Flächenelement, Bestrahlung einer Kreisfläche durch ein dazu senkrechtes oder auch in schräger Lage befindliches Flächenelement, Bestrahlung einer Rechteckfläche durch eine dazu parallele oder senkrechte Rechteckfläche usw.

Zu beanstanden sind ein paar Kleinigkeiten: Bild 31 der Ulbrichtschen Kugel entspricht nicht dem u. a. durch DIN 5032 gekennzeichneten Stand der Technik, namentlich die exzentrische Anbringung der Lichtquelle muß heute als überholt gelten; im Abschnitt 6 „Schluckung und Rückwurf“ stört die Verwendung sonst ungebrauchlicher Bezeichnungen, wie „Schluckung“, „Schluckungszahl“, „Schluckungsverhältnis“, „Rückwurfzahl“ u. ä. m., doch dürfte das im Zusammenhang mit etwas betonten Verdeutschungsbestrebungen stehen, die sich beispielsweise in der Benutzung von Wörtern, wie „gleichmässig“, auswirken, die in keinem deutschen Wörterbuch stehen und damit jedem Ausländer unverständlich bleiben müssen.

Druck und Ausstattung des Büchleins sind hervorragend, die Zeichnungen dem Verlag entsprechend vorbildlich.

A. Dresler.

669. 2 / 7. 018 (021)

Kurzgefaßtes Handbuch aller Legierungen. Von Prof. Dr. phil. Dr.-Ing. E. h. E. Jäneck. Mit über 800 Abb., XII u. 493 S. im Format B 5. Verlag Otto Spamer, Leipzig 1937. Preis geh. 52 RM, geb. 55,— RM.

Der Verfasser hat in dem Buche die systematische Anordnung der binären und noch mehr der ternären Legierungen neu, und zwar auf eine einfache und knappe Art und Weise, zusammengestellt. Außer den binären, ternären und quaternären Legierungen ist auch das neue einschlägige Schrifttum einschließlich vieler Arbeiten überall erwähnt, so daß ein weiteres Studium sehr erleichtert wird. Nach einer kurzen Einleitung werden zuerst die Einstoffsysteme behandelt, darauf im 3. Teil die binären Legierungen. Die Legierungen werden in größere Gruppen eingeteilt; zu jeder größeren Gruppe sind die dazu passenden Tafeln vorgesehen sowie die darauf bezüglichen Schrifttumsangaben gebracht. Im dritten Teil des Buches ist diese Einteilung auch für ternäre Legierungen, im vierten Teil für die ternären Eisenlegierungen durchgeführt. Der fünfte Teil befaßt sich mit den quaternären Legierungen, und im Schlußabschnitt behandelt der Verfasser noch kurz die Legierungen mit fünf und mehr Metallen.

Das Buch ist in einer sehr guten Ausstattung mit klaren Bildern erschienen. Es wird jedem, der sich auf diesem Gebiete weiterbilden oder sich Teilgebiete herausuchen will, ein sehr guter Ratgeber sein.

Fr. Knoops VDE.

621. 432. 01

Bau und Berechnung der Verbrennungskraftmaschinen. Von Prof. O. Kraemer. Mit 179 Abb. u. 174 S. im Format 140 x 205 mm. Verlag Julius Springer, Berlin 1937. Preis kart. 6,90 RM.

Das Buch gibt in knapper Darstellung und vorzüglicher Form einen treffenden Überblick über die Eigenart der Verbrennungskraftmaschinen hinsichtlich Arbeitsverfahren, Gestaltung und Berechnung. Unter Beigabe zahlreicher guter Abbildungen und zweckmäßig gewählter Rechnungsbeispiele entwickelt der Verfasser ein lebendiges Bild von dem heutigen Stande dieses Zweiges der Maschinentechnik. Wenn der Leser sich den Inhalt des Buches zum geistigen Eigentum gemacht hat, wird es ihm leicht sein, auch auf Sondergebieten sein Wissen und Können weiter zu vertiefen, zumal Einzelgebiete, wie z. B. die Behandlung kritischer Drehzahlen der Maschine,

bereits in ihren Grundzügen mit Erfolg erläutert werden. Im Abschnitt Gestaltung werden an Hand konstruktiver Beispiele maschinenbauliche Grundregeln entwickelt, deren Nichtbeachtung leicht zum Versagen der Maschine im Betriebe führen kann. Dem Buch ist ein Anhang beigegeben, in dem der kurze Abriß der geschichtlichen Entwicklung der Verbrennungskraftmaschine besonders erwähnt sei.

Das Buch stellt nach Inhalt, Form und Ausführung eine wertvolle Bereicherung des Fachschrifttums dar. Seine Benutzung kann angelegentlich empfohlen werden.

Kurt Neumann.

EINGÄNGE.

[Ausführliche Besprechung vorbehalten.]

Bücher.

DIN-Taschenbuch 10: Schrauben — Muttern und Zubehör. 4. Aufl. Herausgeg. vom Deutschen Normenausschuß, Berlin. Mit 248 S. im Format A 5. Beuth-Verlag, Berlin 1937. Preis kart. 15,50 RM.

[Die Entwicklung der Technik bedingt auch laufende Änderungen und Verbesserungen der Normen. Das vorliegende Buch als Neuauflage der gleich vergriffenen 3. Auflage entspricht dem Stande vom Oktober 1937 und enthält 176 der wichtigsten Blätter über Schrauben, Muttern, Sicherungen, Spannschlösser, Nieten, Bolzen und Drahtstifte.]

Unfallverhütungs-Kalender 1938. Herausgeber: Die Deutsche Arbeitsfront. Zentralbüro. Sozialamt. Mit zahlr. Abb. u. 64 S. im Format 105 x 150 mm. „Schadenverhütung“ Verlagsges. Ott & Cie., Berlin-Tempelhof 1937. Preis geh. 0,12 RM.

Électricité et Magnétisme. Von G. Jochmans und F. Descans. Mit zahlr. Abb. u. 416 S. im Format 160 x 245 mm. Verlag A. de Boeck, Brüssel, und Ch. Béranger, Paris 1937. Preis 150 Frs.

Taschenbuch für die Lichtbogenschweißung. Von Direktor K. Meller. 2. neubearb. Aufl. Mit 95 Abb., VIII u. 197 S. im Format 130 x 180 mm. Verlag von S. Hirzel, Leipzig 1937. Preis geb. 5,— RM.

Doktordissertationen.

Karl Baumgart, Vergleichsmessungen zwischen Klydonographen und Kathodenoszillographen. Über die Schwärzung von photographischen Filmen durch Elektronenstrahlen und Lichtenbergsche Figuren. T. H. Aachen 1930.

Fritz Hunger, Untersuchung der Drehbarkeit von Leichtmetallen. T. H. Aachen 1936.

Josef Quadflieg, Beitrag zur Korbzähigkeit von Schweißverbindungen unter besonderer Berücksichtigung weichen Kesselblechs. T. H. Aachen 1936.

Veranstaltungen anderer Vereine.

Physikalische Gesellschaft zu Berlin und Deutsche Gesellschaft für technische Physik. 2. 2. (Mi), 19³⁰, T. H. EB 301: „Physikalische Untersuchungen über metallkundliche Probleme“. Walther Gerlach.

Berichtigung.

Im Rundschaubericht „Regelbarer Ringspinnmaschinen-Antrieb“ in H. 52 der ETZ 58 (1937) S. 1402 ist der Verfasser des Originalaufsatzes nicht G. Starbäck sondern A. Johansson (vorletzte Zeile). Das Inhaltsverzeichnis (II. Halbjahr 1937) muß auf den S. X u. XXVII entsprechend geändert werden.

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:

Dr.-Ing. J. Baltzer, Berlin-Lichtenrade, Rackebüller Weg 21.
Dipl.-Ing. W. Breitling, Stuttgart 13, Albert Schöffle-Str. 55.
Prof. Dr.-Ing. Th. Buchhold VDE, Darmstadt, Kranichsteiner Str. 61.
Dipl.-Ing. W. Ostendorf, Hannover, Im Moore 35 I.
Prof. Dipl.-Ing. H. Roth VDE, Danzig-Langfuhr, Jäschkentaler Weg 5.

Abchluß des Heftes: 21. Januar 1938.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE

Zuschriften sind nicht an eine persönliche Anschrift zu richten, sondern nur an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und nur mit Genehmigung des Verfassers und der Wissenschaftlichen Leitung der ETZ gestattet.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

59. Jahrgang

Berlin, 3. Februar 1938

Heft 5

Indirekte Blitzüberspannungen auf Kraftleitungen.

(Mittellung aus dem Institut für Hochspannungsforschung, Universität Uppsala, Schweden.)

Von Harald Norinder, Uppsala.

Übersicht. Zur Aufklärung der indirekten Überspannungen wurden in Schweden während der letzten drei Jahre oszillographische Untersuchungen auf einer Versuchsleitung vorgenommen.

Einleitung. Die indirekten Überspannungen entstehen, wenn eine Hochspannungsleitung in dem elektrischen Felde eines Gewitters liegt und die dabei induzierte Ladung von dem Blitz freigemacht wird. Bei dieser Art von Überspannungen trifft also der Blitz die Leitung nicht unmittelbar. Es muß erwähnt werden, daß die Berechtigung des Erdseils im älteren Schrifttum über Überspannungen oft aus seiner Schutzwirkung bei indirekten Überspannungen hergeleitet wurde. Man muß also mit gutem Recht den indirekten Überspannungen große Bedeutung als Störquelle bei, da man damals für die Fernkraftübertragung geringere Betriebsspannungen verwandte, die Leitungen also infolge ihrer niedrigen Isolation besonders empfindlich gegen indirekte Überspannungen waren.

Im neueren Schrifttum über Überspannungen werden die indirekten Überspannungen fast vollkommen vernachlässigt, und man betont statt dessen, daß nur die direkten Überspannungen wirklich gefährlich für die Leitungsnetze seien. Daß die letzteren gefährlich sind, liegt in der Natur der Sache; damit ist aber nicht gesagt, daß man von den vorigen absehen kann. Die durch sie bedingten Störungen in einem Freileitungsnetz sind durch die Betriebsspannung bedingt und damit von der Isolationsfestigkeit des Netzes abhängig. Nach dem heutigen Stand der Freileitungstechnik dürften Leitungen mit Betriebsspannungen über 60 kV meistens gegen indirekte Überspannungen sicher sein, da diese, nach Schätzungen zu urteilen, weder hohe Scheitelwerte noch gefährliche Stirnteilheiten erreichen. Genaue Angaben über die obere Grenze der bei indirekten Überspannungen auftretenden Scheitelspannungen sind daher von größter Bedeutung, besonders zur Beurteilung der Gefährdung von Mittelspannungsanlagen, zumal diese Netze wohl größere Ausbreitung haben als solche mit höherer Spannung.

Deshalb ist vom Institut für Hochspannungsforschung in Uppsala eine experimentelle Untersuchung der indirekten Überspannungen begonnen worden. Diese umfaßt einmal die physikalischen Bedingungen der Entstehung der indirekten Überspannungen und weiter Messungen ihrer Scheitelwerte und der Steilheit des Anstieges. Die ersten orientierenden Messungen wurden im Sommer 1936 vorgenommen¹⁾; die dabei gefundenen vorläufigen Ergebnisse sind bereits veröffentlicht²⁾.

551. 594. 221 : 621. 315. I. 015. 34

Messungen indirekter Überspannungen auf einer unter Betriebsspannung stehenden Freileitung sind erfahrungsgemäß immer in hohem Grade von Zufälligkeiten beeinflusst, da mehrere Umstände auf die Meßergebnisse einwirken. Von diesen spielt die allgemeine Gewitterhäufigkeit in dem Gebiete der Leitung eine hervorragende Rolle. Die Stromstärke der Blitzbahn und die Feldverteilung um das Entladungsgebiet spielen ebenfalls, wie wir später sehen werden, eine bedeutende Rolle. Messungen während einer Gewitterperiode sind darum im allgemeinen in keiner Weise ausschlaggebend.

Mit Hinsicht auf die erwähnten Gründe sind die 1936 angefangenen Messungen auch während der Gewitterperiode 1937 fortgesetzt worden. Da die allgemeine Gewitterhäufigkeit 1937 im Beobachtungsgebiet sehr hoch war, brachten diese Untersuchungen reichhaltige Meßergebnisse. Außerdem lagen die Blitzentladungskanäle zur Meßleitung außerordentlich günstig, so daß die Ergebnisse dadurch umfassender geworden sind, als man ursprünglich hoffen durfte. Sie bestätigen und vervollständigen die früheren Meßergebnisse. Trotzdem die Beobachtungsergebnisse noch nicht vollständig ausgewertet sind, erscheint deshalb eine Veröffentlichung schon wegen der praktischen Folgerungen aus den Messungen angebracht.

A. Die allgemeinen Voraussetzungen für die Entstehung von indirekten Überspannungen.

Schon 1908 behandelte K. W. Wagner³⁾ in einer erschöpfenden Weise die allgemeinen theoretischen Voraussetzungen mit Hinsicht auf die Entstehung von indirekten Blitzüberspannungen. Wagner wies auf die Bedeutung der Verteilungsfunktion der Ladung hin und berechnete die in beiden Richtungen von dem Entladungsgebiet sich ausbreitenden Wanderwellen. L. V. Bewley⁴⁾ hat dasselbe Problem behandelt und stellte folgenden Ausdruck für indirekte Überspannungen auf:

$$U = \int_0^{t_1} f[x \pm v(t_1 - t)] \frac{\partial F(t)}{\partial t} dt. \quad (1)$$

In Gl. (1) bezeichnet U die Amplitude der Überspannung, $F(t)$ die Funktion, die die Entladung in der Blitzbahn umfaßt, $f(x)$ die Verteilungsfunktion der gebundenen Ladung und v die Geschwindigkeit der elektromagnetischen Welle auf der Leitung. Die Beziehung Gl. (1) ist für eine unendlich lange Leitung gültig, kann aber auch für eine Leitung beschränkter Ausdehnung gelten, wenn die Grenzen der Verteilungsfunktion klein im Vergleich

¹⁾ Harald Norinder, Tekn. T. 67 (1937) H. 10, Elektrotechnik 8. 33, Stockholm 1937.

²⁾ CIGRE-Ber. 342, Paris 1937.

³⁾ K. W. Wagner, Elektromagnetische Ausgleichsvorgänge in Freileitungen und Kabeln. Leipzig: B. G. Teubner 1908.

⁴⁾ L. V. Bewley, Travelling Waves on Transmission Lines, New York: John Wiley and Sons 1933.

zu der Leitungslänge sind. Bei Berechnung von kurzen Leitungen nach Gl. (1) ist es notwendig, Rücksicht auf die Reflektionen bei dem Übergang in einen anderen Wellenwiderstand an beiden Enden der Leitung zu nehmen.

Da es im allgemeinen nicht möglich ist, Gl. (1) in expliziter Form auszusprechen, muß man sich für praktische Fälle statt dessen mit einem graphischen Berechnungsverfahren begnügen, wobei man sich auf bekannte Funktionsformen für $F(t)$ und $f(x)$ stützt. Für $F(t)$ kann man mit Hilfe der Stromstärkeänderung in der Blitzbahn, die experimentell festgestellt werden kann⁵⁾, $F(t)$ berechnen. Für $f(x)$ ist es praktisch sehr umständlich, Versuchswerte zu gewinnen. Man muß darum gewisse Annahmen für die Verteilungsfunktion einführen. Im allgemeinen genügt es, anzunehmen, daß die von einem Blitz freigesetzte Ladung gleichmäßig in einem Kugelraum verteilt ist, dessen Mittelpunkt in einer gewissen Höhe über der Erde liegend angenommen wird. Unter dieser Voraussetzung kann man die Ladung als punktförmig betrachten. Für eine punktförmige Ladung Q in der Höhe H über der Erdoberfläche erhält man mit Bezugnahme auf Abb. 1 für den Punkt P der Erdoberfläche, der im folgenden der Konzentrationspunkt der Ladung genannt wird, folgenden Ausdruck des Gradienten G_x :

$$G_x = \frac{2HQ}{(H^2 + x^2)^{3/2}} \quad (2)$$

Für eine elektrische Leitung in der Höhe h über der Erde und mit der Kapazität C erhält man für veränderliche Werte von x die Ladung Q_x nach der Beziehung:

$$Q_x = - \frac{2hHCQ}{(H^2 + x^2)^{3/2}} \quad (3)$$

Wenn man für die eingehenden Größen folgende Einheiten einführt:

h, H und x in cm,

Q in ESE (cm),

C in ESE/cm Leitungslänge,

erhält man Q_x in ESE/cm Leitungslänge.

Bei Berechnung der induzierten Ladungen für einen gewissen Fall ist es zweckmäßig, zuerst Q in willkürlichen Einheiten einzusetzen und die Berechnungen für Q_x nach Gl. (3) auszuführen. Dadurch wird die in Gl. (1) eingehende Funktion $f(x)$ erhalten. Für die Funktion $F(t)$ kann man, wie schon gesagt, von den experimentellen Untersuchungen über die Änderung der Stromstärke des Blitzes ausgehen und diese mit Hilfe einer zweckmäßigen Funktion von Q darstellen. Eine Untersuchung von versuchsmäßig aufgenommenen Kurven zeigt, daß man als eine erste Näherung für $F(t)$ eine trigonometrische Funktion einführen kann bzw.:

$$Q = \frac{Q_0}{2} \left(1 + \cos \frac{\pi t}{T} \right) \quad (4)$$

Diese Kurve ist in Abb. 2a eingezeichnet.

Für die Beziehung zwischen Q und der Blitzbahn gilt bekanntlich:

$$I = - \frac{dQ}{dt}; \quad I = \frac{\pi Q_0}{2T} \sin \frac{\pi t}{T} \quad (5)$$

Diese Kurve ist in Abb. 2b wiedergegeben. Man muß bei einer Berechnung darauf Rücksicht nehmen, daß die auf der Leitung gebundene Ladung allmählich nach der Funktion $F(t)$ frei wird. Die gegebene Ladungsver-

teilung, für den Anfang ($t=0$) entsprechend der Lage des Punktes Q (Abb. 1) zur Leitung bestimmt, ändert sich sofort durch zwei beiden Richtungen abwandernde Ladungswellen, die von dem Punkte der Leitung ausgehen, der den kleinsten Abstand von Q hat. Die Stirnen der Wanderwellen seien der Einfachheit halber treppen-

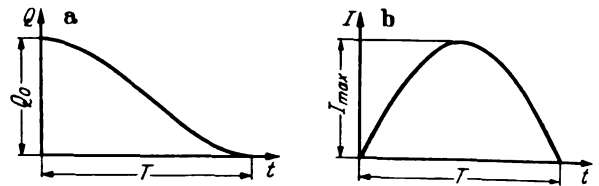


Abb. 2. Zeitlicher Verlauf von Ladung (a) und Strom (b).

förmig angenommen. Die Treppenform entsteht dadurch, daß man sich die Ladungen nicht stetig abfließend denkt, sondern ruckweise, wobei die Rucke sich in kleinsten Zeitabständen folgen. Jedem Ruck entspreche eine Rechteckwelle. Durch ihre Überlagerung entsteht die Treppenform. Die Dämpfung soll vernachlässigt werden. An Stelle der Berechnung mit Hilfe des Theorems von Duhamel wendet man zweckmäßig das graphische Verfahren an. Dabei genügt es, die Abstände der Rucke zu 2 bis 4 μs zu wählen.

Die so entstehenden Wanderwellen können unter günstigen Bedingungen Schwingungen entsprechend dem Vierfachen der Leitungslänge mit durch die Dämpfung allmählich herabgesetzten Scheitelwerten verursachen. Bisweilen werden mit der Zeit die Blitzentladungsprozesse so kompliziert und ausgedehnt, daß dieser Vorgang vollkommen verdeckt wird.

Bei den im folgenden beschriebenen Untersuchungen ist eine einphasige Versuchsleitung von 12,5 km Länge benutzt worden. Für die Berechnung haben wir einfacherweise die Leitungslänge auf 12,0 km nach Abb. 3 ab-

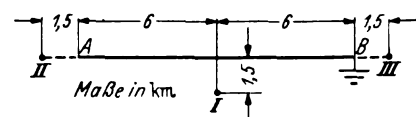


Abb. 3. Angenommene Lage der Ladungen zur Leitung in den durchgerechneten Fällen.

gerundet. Der Punkt A war isoliert, während der andere Punkt B geerdet war. Besonders interessant in diesem Zusammenhang sind die Berechnungen für den Punkt A. An diesem Punkt sind die im folgenden beschriebenen oszillographischen Bestimmungen ausgeführt worden. In

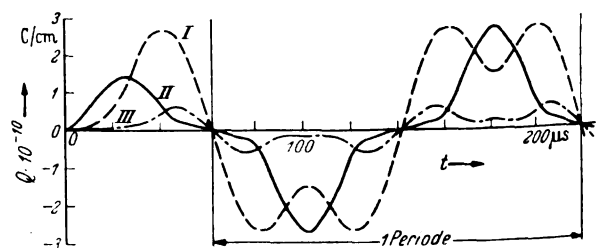


Abb. 4. Berechnete Überspannungen ohne Berücksichtigung der Dämpfung für Punkt A.

dem behandelten Fall war die Mittelhöhe der Leitung über der Erde 7,5 m und ihre Kapazität 0,003 58 $\mu F/km$. Wegen der getroffenen Vereinfachungen kann man eine restlose Übereinstimmung zwischen Rechnung und Messung nicht erwarten. Immerhin zeigen die noch zu beschreibenden Messungen eine recht gute Übereinstimmung.

Bei den Berechnungen für Abb. 4 und 5 ist angenommen, daß der Konzentrationspunkt der Ladung in einer

⁵⁾ H. Norinder, J. Franklin Inst. 220 (1935) H. 1.

Höhe von 2,5 km über dem Erdboden und in den waagerechten Entfernungen *I*, *II* und *III* von der Leitung, die aus Abb. 3 hervorgehen, gelegen war. In allen drei Fällen ist also die waagerechte Entfernung zwischen der Leitung und der senkrechten Linie durch den Konzentrationspunkt 1,5 km gewesen. Im folgenden bezeichnen *I*, *II* und *III* die Überspannungskurven für *A*, die für entsprechende Lagen *I*, *II* und *III* nach Abb. 3 berechnet sind. Berechnungen sind zuerst ohne Rücksicht auf Dämpfung ausgeführt worden, und die Ergebnisse sind in Abb. 4 wiedergegeben. Für die beobachteten Überspannungen betrug die Dämpfung 12 % für einfache Linienstrecken. Unter ihrer Berücksichtigung erhält man entsprechende

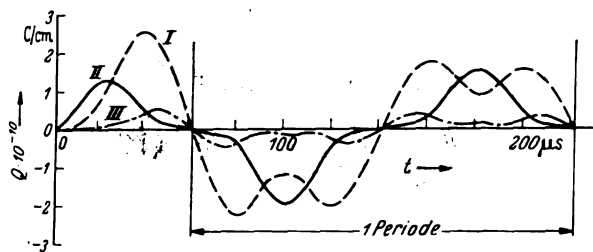


Abb. 5. Berechnete Überspannungen mit Berücksichtigung der Dämpfung für Punkt A.

gedämpfte Kurven (Abb. 5). Die Schwingungsdauer beträgt 160 µs, entsprechend der Periodenstrecke (viermal 40 µs oder viermal Leitungslänge), wenn man als Wanderwellengeschwindigkeit die des Lichtes wählt.

Wie erwartet, ist die Stirnteilheit für den Fall *II* am größten, wenn die Entladung nahe an *A* (dem isolierten Ende) liegt, und am kleinsten, wenn sie nahe an *B* (dem geerdeten) liegt. Der Fall *III* gibt eine sehr kleine Amplitude.

Der Höchstwert der Amplitude wird in kürzester Zeit für den Fall *I* (die Mitte) erreicht, während der Fall *II* (der Anfang) denselben Höchstwert nach längerer Zeit gibt.

B. Die experimentellen Untersuchungen.

Schon früher, erstmalig 1925, wurden mit Hilfe eines Kathodenoszillographen von besonderer Bauart, wie er auch heute praktisch unverändert verwandt wird, Blitzüberspannungen aufgenommen⁶⁾. Später sind derartige Messungen nicht nur in Schweden, sondern auch in den V. S. Amerika und in der Schweiz ausgeführt worden. Jedoch sind die erhaltenen Beobachtungsergebnisse nicht umfassend genug, um die physikalischen Beziehungen zwischen den Blitzentladungen und den Überspannungen klar erkennen zu können. Deshalb wurden weitere systematische Untersuchungen über die Beziehung zwischen Blitzentladungen und indirekten Überspannungen vorgenommen, zumal die Rolle der indirekten Überspannungen bislang fast völlig unberücksichtigt geblieben ist. Da unsere früheren Erfahrungen ergaben, daß Messungen von Überspannungen auf einer Leitung unter Betriebsspannung mit gewissen Schwierigkeiten verbunden sind, wurden die Untersuchungen auf der oben erwähnten Versuchsleitung durchgeführt. Diese Leitung war in Form einer Schleife mit einer Länge von 12,5 km aufgebaut (Abb. 6). Das Ende *A* in der Nähe des Instituts war während der Untersuchungen isoliert, und das andere Ende *B* im Abstand 2 km vom Institut war geerdet. Die Versuchsleitung war auf Stützenisolatoren an

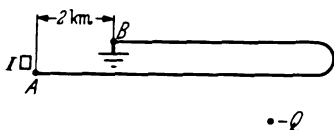


Abb. 6. Versuchsleitung in Schleifenform.

Holzmasten verlegt und bestand aus zwölfdrähtigem Aluminiumseil von 85 mm² Querschnitt. Die Stoßüberschlagspannung der Isolatoren betrug 1150 kV.

Hätte man an Stelle der Schleife die Versuchsleitung nur bis zum Umkehrpunkt geführt und dort über einen konzentrierten Wellenwiderstand geerdet, wären die Oszillogramme ohne Zweifel übersichtlicher geworden. Jedoch zeigte die Untersuchung der experimentellen Ergebnisse, daß der Nachteil der benutzten Anordnung nicht erheblich war. Andererseits entspricht der Fall des offenen Leitungsendes etwa den Verhältnissen bei einer Kopfstation. Die Überspannungen wurden im isolierten Ende *A* gemessen, der Scheitelwert der Überspannung wurde in doppelter Höhe oszillographiert.

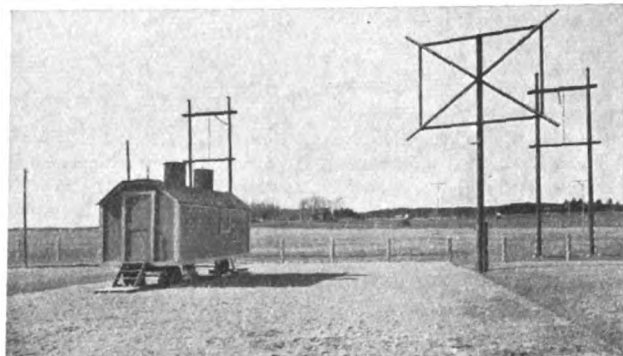


Abb. 7. Feldstation am Leitungsende für die Blitzmessungen.

Für die Untersuchungen wurden zwei Feldmeßwagen am Ende *A* der Leitung aufgestellt⁷⁾. Die eine Feldstation wurde für die Aufzeichnung der während eines Gewitters auftretenden Überspannungen benutzt. Die Blitzentladungen, die die Überspannungen verursachten, wurden von zwei Beobachtern gleichzeitig aufgezeichnet. Die Richtung der Blitzbahn wurde mit Hilfe eines Kompasses und auffälliger Geländepunkte am Horizont festgelegt. Außerdem hatten die beiden Beobachter das allgemeine Aussehen der Blitzbahn nachzuzeichnen. Durch Messung des Zeitunterschiedes zwischen Blitz und Donner wurden außerdem die Abstände und der Beobachtungsort bestimmt, so daß die Lage der Blitzentladung genügend genau in eine Landkarte eingetragen werden konnte.

Der zweite Feldwagen wurde für die Aufnahme der Änderungen des magnetischen Feldes benutzt. Diese Messungen wurden mit Hilfe einer Rahmenantenne ausgeführt, die auf Abb. 7 rechts zu sehen ist. Mit Hilfe derartiger Beobachtungen ist es, wie schon früher erwähnt⁸⁾, unter gewissen Voraussetzungen möglich, die Blitzstromänderungen zu berechnen.

Mit Hilfe aller dieser Beobachtungen und Aufzeichnungen kann man nun bei senkrechter Blitzbahn in geeignetem Abstand von der Versuchsleitung mit Hilfe der Gleichungen (1), (2) und (3) die auf der Versuchsleitung entstandenen Überspannungen berechnen. Dabei muß eine Annahme über die wahrscheinliche Höhe des Konzentrationspunktes der Ladung *Q* gemacht werden. In einer früher veröffentlichten⁹⁾ Berechnung lag die Entladungsbahn 1,5 km von der Versuchsleitung entfernt. Aus der von diesem Blitz hervorgerufenen Änderung des magnetischen Feldes war es möglich, die Änderung der

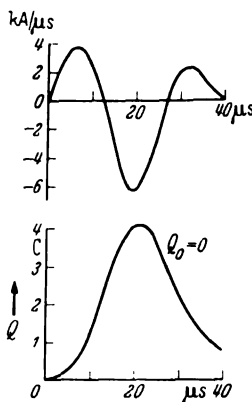


Abb. 8. Aus Oszillogrammen berechnete Kurven für die zeitliche Stromänderung und Ladung, beide über der Zeit aufgetragen.

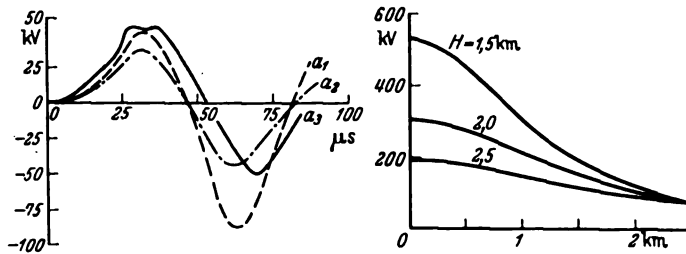
⁷⁾ In ETZ 56 (1935) S. 394, Abb. 3, ist die Inneneinrichtung der Feldmeßwagen wiedergegeben.

⁸⁾ H. Norinder, J. Franklin Inst. 220 (1935) H. 1, S. 69; ETZ 57 (1936) S. 415.

⁹⁾ Wie Fußnote 2, Fig. 9.

⁶⁾ H. Norinder, Z. Phys. 63 (1930) S. 672; derselbe, ETZ 56 (1935) S. 393.

Stromstärke zu berechnen. Diese Veränderungskurven sind in Abb. 8 wiedergegeben. Dabei wurde der Konzentrationspunkt H der Ladung 2,5 km über Erdboden angenommen. Die für das isolierte Ende A der Leitung graphisch ermittelte Überspannung ist in Abb. 9 als gestrichelte Kurve a_1 wiedergegeben, wobei die Dämpfung



a_1 gerechnete Kurve (ohne Dämpfung)
 a_2 gerechnete Kurve (mit Dämpfung)
 a_3 gemessene Kurve

Abb. 9. Beispiel einer berechneten und gemessenen Überspannung.

vernachlässigt wurde. Berücksichtigt man sie, so erhält man die strichpunktierte Kurve a_2 , während die oszillographisch festgelegte Überspannung durch die ausgezogene Kurve a_3 wiedergegeben ist. Die Übereinstimmung zwischen der berechneten Überspannung a_2 und der beobachteten a_3 ist verhältnismäßig gut. Eine gewisse Unsicherheit muß nach Gl. (2) davon stammen, daß man die Höhe des Konzentrationspunktes nicht mit Sicherheit festlegen kann. In Abb. 10 ist der Scheitelwert der Überspannung einer unendlich langen Leitung für verschieden große Höhen H des Konzentrationspunktes eingetragen, wobei weiter angenommen ist, daß eine Ladung Q von 2 C

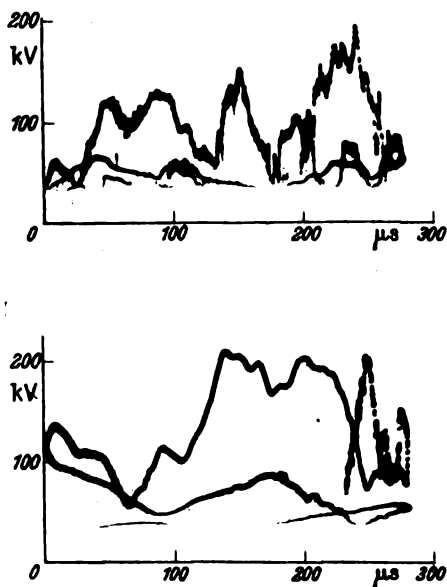


Abb. 11. Oszillogramme von Überspannungen in A aufgenommen.

in einem waagerechten Abstand von 0,5 bis 2,5 km von der Versuchsleitung nach Erde übergeht. Da die in den folgenden Abbildungen wiedergegebenen, am offenen Ende der Leitung oszillographierten Werte bei einem Vergleich halbiert werden müssen, stimmen dieselben nach Größenordnung mit den in Abb. 10 berechneten überein.

C. Die Ergebnisse der Untersuchungen.

Während der Gewitterperiode von 1937 traten 15 Gewitter auf, bei denen wir 76 Blitzüberspannungen oszillographieren konnten. Von diesen waren nur 41 auswertbar,

da nicht in jedem Falle die Abstände zwischen Beobachtungsort und Blitzbahn festgestellt werden konnten.

Abb. 11 und 12 zeigen Beispiele von Oszillogrammen. Neben der Forderung, möglichst rasch geschriebene

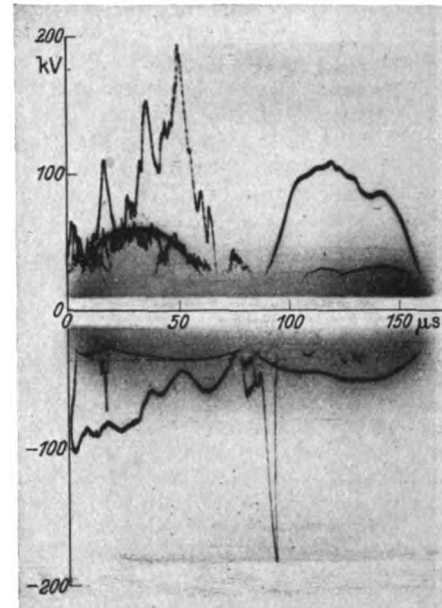


Abb. 12. Oszillogramme von Überspannungen in A aufgenommen.

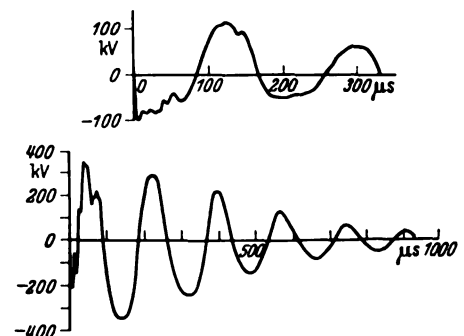


Abb. 13 und 14. Überspannungen mit periodischem Verlauf nach Oszillogrammen.

Oszillogramme zu erhalten, war es außerdem notwendig, die Aufzeichnungen über den ganzen Überspannungsablauf auszudehnen. Diese doppelte Forderung ergab

Kurven mit einem oftmals verwickelten Aussehen. Jedoch war es mit etwas Übung möglich, die Oszillogramme in aufeinanderfolgenden Zeiträumen herauszuzeichnen. Voraussetzung für das Aufzeichnen war das Arbeiten mit einer linearen Zeitablenkung. Bei besonders verwickelten Verläufen der Kurven haben wir es außerdem zweckmäßig gefunden, uns auf zwei Aufzeichnungen, in zwei gleichzeitig arbeitenden Oszillographen aufgenommen, zu stützen. Der eine Oszillograph hat in diesem Fall eine bedeutend langsamere Schreibgeschwindigkeit als der andere.

Abb. 13 und 14 sind nach Oszillogrammen wiedergegeben, deren Schwingungsdauer etwa dem Vierfachen der Leitungslänge entspricht. Je nach Art der Blitzentladungen wird es mehr vom Zufall abhängen, ob man solche Perioden deutlich aufnehmen kann. Wir haben während der Beobachtungen nur eine begrenzte Anzahl von solchen typisch periodischen Oszillogrammen erhalten.

Durch unsere kathodenoszillographischen Untersuchungen¹⁰⁾ über die Entladungseigenschaften des Blitzes wurde zuweilen festgestellt, daß aufeinanderfol-

genden, die sich von der ersten in Form und Scheitelwert unterscheiden, wie Abb. 18 für einen weiteren Fall zeigt. Die erste Überspannung zeigt das typische Umkehren des Vorzeichens, während die folgenden mit kleineren Amplituden nur mit gleichem Vorzeichen auftreten.

In gewissen Oszillogrammen beobachtet man eine überlagerte hochfrequente Welle. Wir haben gefunden,

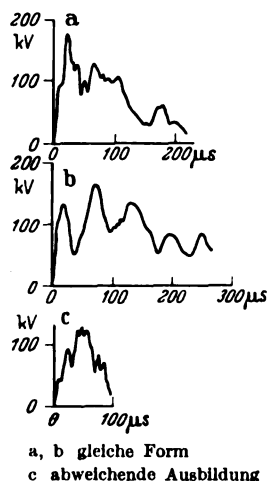
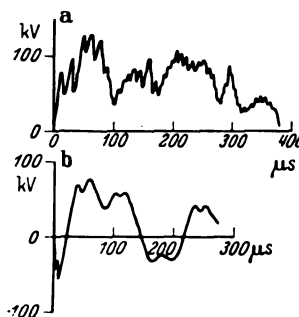


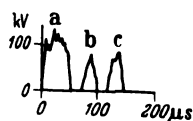
Abb. 15. Teilentladungen in derselben Blitzbahn.



a mit stark, b mit weniger stark ausgeprägter überlagerter Hochfrequenz

Abb. 19. Überspannungen, von derselben Blitzbahn hervorgerufen.

daß in derselben Blitzbahn zwei nacheinanderfolgende Entladungen einen ausgeprägten Unterschied in dieser Hinsicht zeigen können, wie Abb. 19 zeigt, wo die eine Überspannung ausgeprägtere hochfrequente Überlagerungen als die andere aufweist. Wir haben weiter gefunden, daß von vier Überspannungen, welche von vier aufeinanderfolgenden Blitzentladungen im gleichen Blitzkanal verursacht wurden, nur eine die hochfrequente Überlagerung zeigt. Ein derartiger Unterschied hat seine Ursache in Verschiedenheiten im ursprünglichen Entladungscharakter des Blitzes. Ein Vergleich zwischen den berechneten Über-



a, b, c praktisch gleiche Form
Abb. 16. Überspannungen in derselben Blitzbahn.

gende Entladungen in demselben Blitzkanal aus elektrisch gleichartigen Entladungsformen aufgebaut waren. Daraus geht hervor, daß partielle Blitzentladungen, die zuweilen aufeinander mit zeitlichem Abstand folgen, Überspannungen von gleichartigem Verlauf hervorrufen können. Auch

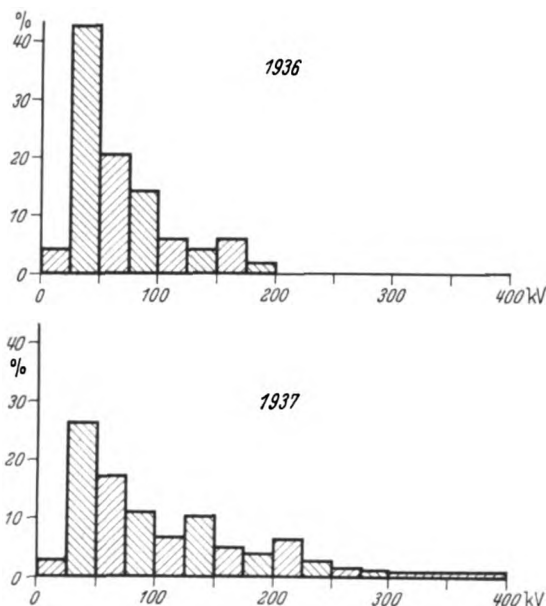


Abb. 20. Prozentuale Verteilung der Scheitelwerte der Überspannungen.

spannungen von Abb. 4 und 5 mit den oszillographisch bestimmten zeigt nur eine allgemeine Übereinstimmung. Eine gute Übereinstimmung von Berechnung und Beobachtung erhält man nur, wenn man die Berechnungen an Hand eines bestimmten Entladungsvorgangs vornimmt. Aber auch in einer derartigen Berechnung ist es nicht einfach, die sehr kurzzeitigen Änderungen im Blitzstrom zu berücksichtigen und von denselben ausgehend eine Berechnung des entsprechenden zeitlichen Verlaufes der Überspannungen vorzunehmen.

Vom rein elektrotechnischen Standpunkt aus ist die wichtigste Frage die Höhe der Scheitelspannung und der Zusammenhang zwischen Scheitelwert und Abstand zum Blitzkanal, ferner die Stirnteilheit und Dauer der Überspannungen. Der Scheitelwert der Überspannungen hängt, wie schon gesagt, nicht nur von den Abständen zwischen

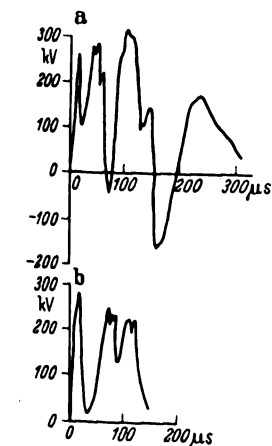


Abb. 17. Überspannungen von derselben Blitzbahn hervorgerufen; Form für a und b verschieden.

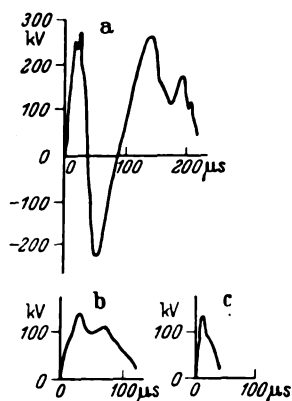


Abb. 18. Überspannungen von derselben Blitzbahn hervorgerufen; a mit wechselnder, b, c mit gleicher Polarität.

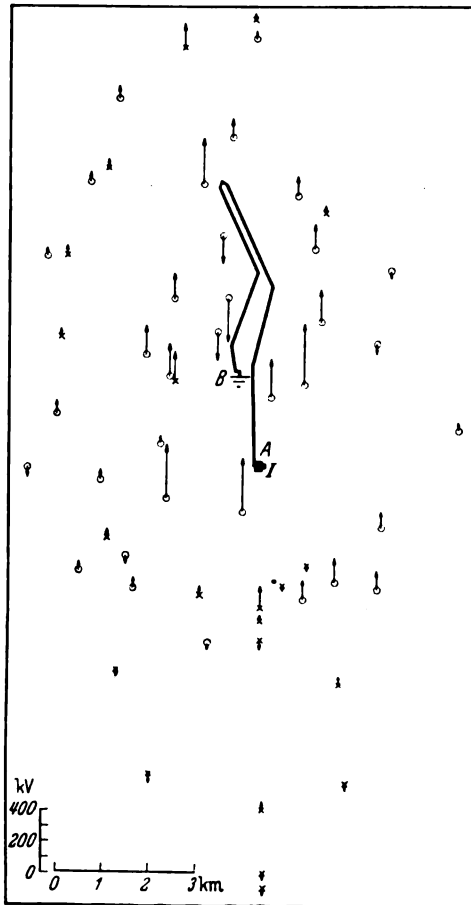
bei dieser Versuchsreihe haben wir hierfür einige Beispiele gefunden, die in Abb. 15 bis 17 wiedergegeben sind.

In Abb. 15 sind die zwei ersten von der gleichen Form, was auch für die drei Überspannungen von Abb. 16 gilt. In Abb. 17 sind nur die ersten Wellen gleichartig. Vom physikalischen Standpunkt aus ist es durchaus erklärlich, daß einer ersten Blitzentladung andere folgen

¹⁰⁾ H. Norinder, J. Franklin Inst. 218 (1934) H. 6, S. 727.

Blitzbahn und Leitung, sondern auch von der Stärke des Blitzstromes ab. Demgemäß ist nicht zu erwarten, daß Beobachtungen während nur zwei aufeinanderfolgender Gewitterperioden ein vollständiges Bild von den Über-

Jahre 1936 und 1937 ist in Abb. 20 wiedergegeben. Ihr Unterschied während der beiden Jahre ist auffallend. Um den Unterschied näher zu erklären, haben wir die einzelnen Scheitelwerte maßstäblich als Pfeillänge auf die Karte in Abb. 21 eingezeichnet. Auch die räumliche Lage



× Einschläge 1936 ○ Einschläge 1937

Abb. 21. Höhe und Vorzeichen der Überspannungsamplituden, in ihrer räumlichen Lage zur Versuchsleitung dargestellt. Maßstab für die Pfeillängen in kV s. links unten; positiven Überspannungen entsprechen Pfeile nach oben, negativen solche nach unten.

spannungsverhältnissen auf der Leitung geben werden. Die Versuchsergebnisse sind jedoch schon umfassend genug, um in mehreren Hinsichten Schlüsse von allgemeiner Tragweite zu ziehen.

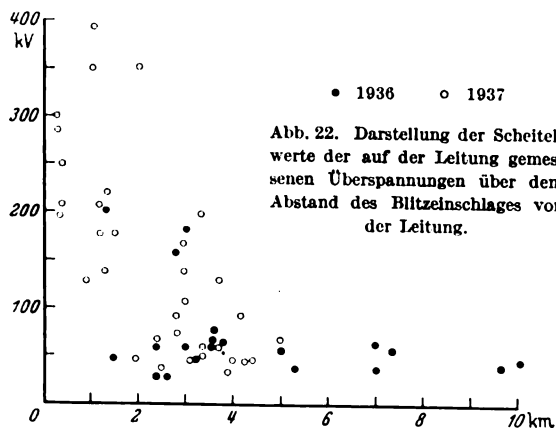


Abb. 22. Darstellung der Scheitelwerte der auf der Leitung gemessenen Überspannungen über dem Abstand des Blitzeinschlages von der Leitung.

Da die Messungen auf einer Einphasenleitung ausgeführt wurden, sind die gemessenen Spannungswerte 25 bis 35 % höher als für eine Dreiphasenleitung ohne Erdseil.

Die zahlenmäßige Verteilung von den am Ende der Versuchsleitung aufgemessenen Scheitelwerten für die

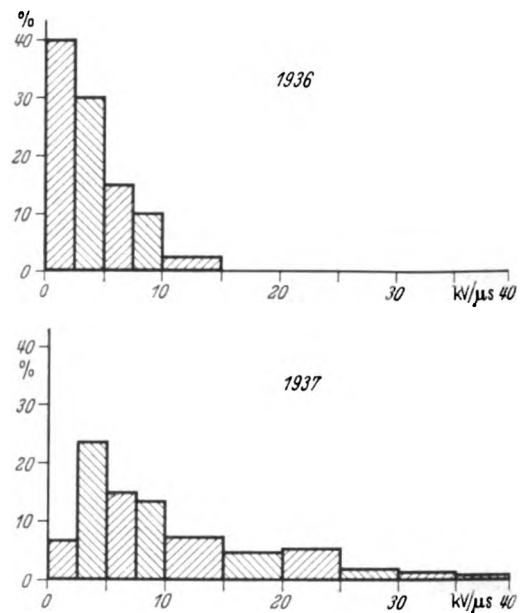


Abb. 23. Prozentuale Verteilung der Werte der Stirnstellheit der Überspannungen.

der Blitzeinschläge ist eingezeichnet. Die Pfeilspitze weist für Überspannungen mit positiven Vorzeichen aufwärts. Es geht ohne weiteres aus der Darstellung hervor, daß

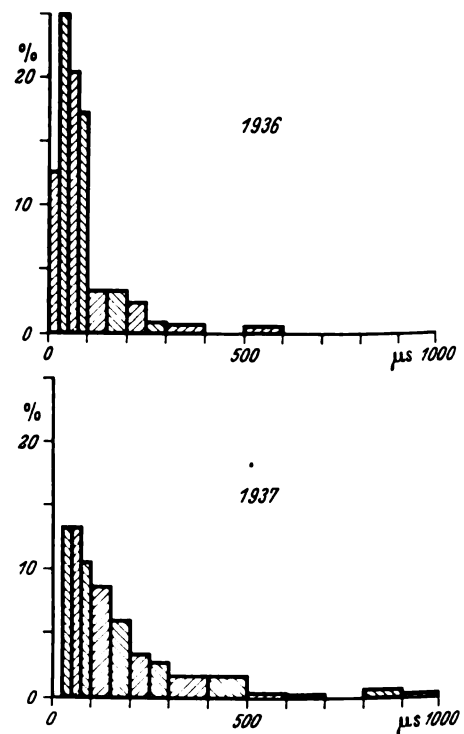


Abb. 24. Prozentuale Verteilung der Dauer der Überspannungen.

die großen Scheitelwerte, wie sie 1937 gemessen wurden, dadurch bedingt sind, daß die Blitzeinschläge 1937 viel näher an der Versuchsleitung als 1936 lagen.

Wir haben versucht nachzuprüfen, ob man schon an Hand dieser Messungen den wahrscheinlichen Höchstwert schätzen kann. Zu diesem Zweck sind die beobachteten

Werte in Abb. 22 über dem Abstand der Einschlagstelle von der Leitung eingetragen worden. Die Werte von 1936 sind durch einen Punkt und die von 1937 durch einen Ring dargestellt. Von der wahrscheinlichen Verteilung der Werte in einem Abstand unter 1 km von der Leitung geht hervor, daß man mit Werten von 600 bis 800 kV am offenen Ende rechnen muß. Für eine Leitung ohne Reflektionen an einem offenen Ende kann man also mit Werten von 400 kV rechnen. Noch vollständigere Versuchsreihen mit Berücksichtigung der Einflüsse wechselnder Stromstärke werden ohne Zweifel diese Behauptung stützen. Die höheren Scheitelwerte der Messungen des Jahres 1937 beeinflussen auch die Stirnteilheit, wie aus der Zusammenstellung in Abb. 23 hervorgeht.

Die Dauer der Überspannungen ist in diesem Zusammenhang ebenfalls festgestellt worden. Sie werden von verschiedenen Zufälligkeiten in der Dämpfung bestimmt, und wir warten hierzu noch die Ergebnisse von einigen systematischen Dämpfungsversuchen ab. Im vorliegenden Fall haben wir die Dauer der Überspannungen so beschränkt, daß wir die Dauer vom Beginn der Überspannung bis zum Absinken auf ein Viertel des höchsten Scheitelwerts gerechnet haben. Eine Zusammenstellung ist in Abb. 24 wiedergegeben. Sie läßt ein deutliches prozentuales Überwiegen der kürzeren Zeiten erkennen, die

mit den Entladungszeiten der partiellen Blitzentladungen zusammenfallen.

Die bisher durchgeführten Untersuchungen sind als vorläufig zu betrachten und werden in Zukunft in mehreren Beziehungen erweitert. Die vorliegenden Ergebnisse weisen darauf hin, daß eine Vernachlässigung der indirekten Überspannungen mit Berücksichtigung auf die Überspannungsschütze nicht möglich ist. Dieser Umstand wird von der praktischen Erfahrung bestätigt, die zeigt, daß beobachtete Überspannungsstörungen in Mittelspannungsnetzen nicht nur von direkten Blitzeinschlägen in den Leitungen herrühren können.

Zusammenfassung.

Eine Zusammenstellung zwischen theoretisch berechneten Überspannungen und auf der Versuchsleitung oszillographierten wurde durchgeführt. Für manche beobachtete Blitze war es möglich, den Ort der Blitzbahn und die auf der Versuchsleitung entstandenen Überspannungen gleichzeitig festzulegen. Die Versuchsergebnisse wurden auf die Scheitelwerte, die Dauer und die Form der Überspannungen untersucht. Blitze in der Nähe einer Versuchsleitung gaben als wahrscheinliche Höchstscheitelwerte von indirekten Überspannungen Werte in der Größenordnung von 400 kV.

Zur Neubearbeitung der Normblätter für „Schaltzeichen und Schaltbilder in Starkstromanlagen“.

Von N. Lieber VDE, Berlin.

621. 3 : 003. 6

Die fortschreitende Entwicklung der Technik besonders in den letzten Jahren machte es notwendig, die Neubearbeitung der „Schaltzeichen und Schaltbilder für Starkstromanlagen“ in Angriff zu nehmen*). Zur Darstellung der vielen neuentwickelten Geräte und ihrer Schaltungen genügten die bisherigen Schaltzeichen und Schaltbilder nicht mehr. Um zu vermeiden, daß sich für ein und dasselbe Gerät bei den verschiedenen Stellen in Hersteller- und Verbraucherkreisen eine Vielzahl von Darstellungen einbürgern würde, mußte man an eine umfassende Neubearbeitung und damit verbunden eine erhebliche Erweiterung der Normblätter für „Schaltzeichen und Schaltbilder in Starkstromanlagen“ gehen. Diese Neubearbeitung ist jetzt durch die Fertigstellung der Entwürfe zu einem vorläufigen Abschluß gekommen. Auf S. 135 dieses Heftes ist die entsprechende Bekanntmachung über die Fertigstellung des Entwurfes und eine genaue Übersicht über Unterteilung und Bezeichnung der neubearbeiteten Normblätter veröffentlicht.

A. Grundsätzliche Richtlinien bei der Bearbeitung der Normblätter.

Bei der Neubearbeitung waren besonders folgende Gesichtspunkte maßgebend:

1. Da die erforderliche Erweiterung der Normblätter nicht beliebig weit gesteigert werden konnte, mußten Mittel und Wege gefunden werden, um zu erreichen, daß sich der Neuentwurf mit seinen Darstellungen nicht lediglich an vorhandene Geräte und Schaltungen oder Einzelteile anklammerte, sondern für weitere Entwicklungen von Geräten usw. auch noch Darstellungsmöglichkeiten bot. Deshalb wurden nicht lediglich Beispiele aneinandergereiht, sondern zunächst wurden in jeder Gruppe Einzelteile — Glieder — aufgeführt, welche bei geeigneter Zusammenfassung die Darstellung der augenblicklich vor kommenden und hoffentlich auch der in der nächsten Zeit neu zu entwickelnden Geräte ermöglichen werden. Im Anschluß an die Aufführung dieser Glieder folgt dann jeweils eine große Reihe von Beispielen.

*) Siehe auch S. 135 dieses Heftes.

Die in Abb. 2 Nr. 3 angegebene Darstellung eines Drehstrom-Asynchronmotors besteht z. B. im wesentlichen aus der Zusammenfassung der Glieder für eine Ständerwicklung und für einen Läufer mit Schleifringen. Mit Hilfe dieses Verfahrens, statt der Darstellung von vielen Einzelheiten zunächst Glieder und dann Beispiele aufzuführen, ist es möglich geworden, auf verhältnismäßig engem Raum eine umfassende Darstellung des gesamten Gebietes in übersichtlicher und verhältnismäßig gedrängter Form zu bringen.

2. Die Zeichen zur Darstellung von Geräten usw. in Plänen müssen möglichst einfach und sinnfällig sein, damit einerseits beim Anfertigen von Plänen Zeichenarbeit eingespart werden kann, was z. B. bei umfangreichen Bauschaltbildern sehr wichtig ist, und damit sich andererseits die Einzeldarstellungen leicht dem Gedächtnis einprägen, um auch ein rasches Lesen von derartigen Zeichnungen ohne häufiges Nachschlagen in den Normblättern zu ermöglichen.

3. Die Darstellung der Geräte muß so eindeutig sein, daß auch eine Vervielfältigung der Pläne durch Drucken oder Pausen möglich ist. Sämtliche Pläne müssen also in Schwarz-Weiß-Darstellung ohne Anwendung von verschiedenen Farben ohne weiteres lesbar sein. Bisher war es vielfach besonders bei Installationsplänen erforderlich oder sogar vorgeschrieben, mit verschiedenen Farben zu arbeiten. Das Ergebnis war dann, wenn eine mehrfache Ausfertigung notwendig war, eine mühevoll und zeitraubende Zeichenarbeit in Einzelanfertigung. Leitungen verschiedener Wichtigkeit, Spannung und Polarität können durch verschiedene Linienstärke gekennzeichnet werden.

4. Jedes Zeichen muß in seiner Darstellung alles enthalten, was zum Lesen und Verstehen einer Schaltung notwendig ist, ohne daß es aber über die Konstruktion des betreffenden Gerätes einen Aufschluß zu geben braucht. Durch die Vermeidung konstruktionsmäßiger Darstellungen soll eine einheitliche Linie gewahrt werden. Auch für Neukonstruktionen von Geräten werden dann die vorhandenen Schaltzeichen anwendbar sein. Die Schaltzeichen und Schaltbilder geben also somit nur Aufschluß über die

Art, Schaltung und Arbeitsweise des betreffenden Gerätes. Soll aber z. B. bei einem Schaltgerät die mechanische Schutzart kenntlich sein, so besteht die Möglichkeit, die entsprechende Schutzart nach DIN VDE 50 anzugeben. Eine bewußte Abweichung von diesem Grundsatz ist lediglich bei der Darstellung der Leistungsschalter vorgenommen. Einzelheiten zu dieser Abweichung werden noch bei der Besprechung der einzelnen Normblätter gegeben werden.

5. Mehr als bisher sollten Erläuterungen zu den einzelnen Normblättern gegeben werden. Derartige Erläuterungen wurden daher an den Anfang eines jeden Normblattes gestellt. Wenn auch dadurch unter Umständen geringfügige Wiederholungen in diesen Erläuterungen auftreten können, so ist darin nur ein kleines Übel gegenüber dem großen Vorteil zu sehen, daß trotz eines engen Zusammenhängens der einzelnen Blätter diese in sich abgeschlossen sind und somit auch einzeln gehandhabt werden können.

5. Ein wesentlicher Gesichtspunkt bei der Bearbeitung war die Forderung, eine möglichst Übereinstimmung oder wenigstens Anpassung an bereits bestehende Normungen oder wichtige Vereinbarungen zu erzielen. Daher war es angebracht, in besonderen Fällen auch die Gebräuche der Praxis, die sich inzwischen bei der Darstellung von Geräten entwickelt hatten, zu übernehmen, auch wenn dabei der logische Aufbau der Normblätter etwas gestört wurde. Es war dann aber richtiger, Unstimmigkeiten in der Logik des Aufbaus in Kauf zu nehmen, statt an den Grundlinien des Aufbaus festzuhalten und deswegen bewährte Darstellungen der Praxis umzugestalten.

Sehr wesentlich war die Berücksichtigung der internationalen Symbole der IEC (Internationale Elektrotechnische Kommission). Der neue deutsche Entwurf ist umfangreicher als die IEC-Arbeit. Um so wichtiger ist es aber, daß gerade die in den IEC-Regeln festgelegten Schaltbilder mit den deutschen Darstellungen übereinstimmen. Wenn auch teilweise gewisse Schwierigkeiten bestanden, den neuen deutschen Schaltbilderentwurf mit den IEC-Darstellungen in Einklang zu bringen, so ist diese Anpassung nach Möglichkeit überall durchgeführt.

Auch mit anderen Stellen, die inzwischen infolge des Fehlens umfassender Schaltbildernormen eigene Festlegungen vorgenommen hatten, konnte durch die Zusammenarbeit aller Beteiligten Vereinheitlichung erzielt werden. Da infolge dieser engen Zusammenarbeit der vorliegende Neuentwurf der „Schaltzeichen und Schaltbilder für Starkstromanlagen“ schon in weiten Kreisen bekannt ist, so ist zu hoffen, daß bereits möglichst viele Wünsche und Anregungen ihre Verarbeitung in dem Entwurf gefunden haben.

Zweck dieser Veröffentlichung soll es sein, noch einmal auch an dieser Stelle besonders auf den Neuentwurf hinzuweisen, die maßgebenden Gesichtspunkte für die Bearbeitung darzulegen und eine sachlich begründete Kritik wachzurufen.

B. Behandlung der einzelnen Normblätter.

Bei einer kurzen Besprechung der Blätter des Neuentwurfes muß zunächst auf die „Richtlinien für Schaltungsdarstellung“ (DIN VDE 709, S. 2) eingegangen werden. Dort sind die einzelnen Begriffe aufgeführt und erklärt. Man unterscheidet folgende Einzeldarstellungen:

1. Das **Schaltzeichen** ist die Kurzdarstellung ohne Innenschaltung.
2. Das **Schaltbild** ist die Darstellung mit einfacher Innenschaltung.
3. Das **Schaltungsbild** ist die Darstellung mit ausführlicher Innenschaltung.

Bei den Plänen werden folgende Arten unterschieden:

1. Der **Leistungsplan** ist die Darstellung der Leistungsverteilung einer Starkstromanlage.
2. Der **Installationsplan** ist die einpolige Darstellung der Leistungsverlegung und der Anordnung

der Schaltgeräte und Verbraucher einer Installationsanlage.

3. Der **Schaltplan** ist die Kurzdarstellung der Schaltung einer Starkstromanlage durch einpolige oder mehrpolige Schaltzeichen ohne Hilfsleitungen.
4. Der **Grundschriftplan** ist die vereinfachte Darstellung der grundsätzlichen Schaltung einer Starkstromanlage mit Hilfsleitungen, aber ohne Reihenklemmen, ohne Rücksicht auf die räumliche Lage der Teile.
5. Der **Stromlaufplan** ist die nach Stromwegen aufgelöste Darstellung der Schaltung einer Starkstromanlage mit Hilfsleitungen und wenn nötig auch mit Reihenklemmen, ohne Rücksicht auf die räumliche Lage und die Zusammengehörigkeit der Teile.
6. Das **Bauschaltbild** ist die vollständige Darstellung der Schaltung einer Starkstromanlage durch Schaltbilder oder Schaltungsbilder.

Das Blatt DIN VDE 712 hat eine wesentliche Erweiterung von 18 auf 58 Zeichen erfahren. Eingehend werden u. a. die Ausführungsarten behandelt. Es wird zunächst ein „Schaltstück mit Auslöser durch Hilfsstrom, allgemein“ dargestellt. Dann folgen Schaltstücke mit Auslösung durch Über- und Unterspannung, durch Über- und Unterstrom, wobei noch jeweils zwischen Primär- und Sekundärauslösung unterschieden wird, außerdem noch Schaltstücke mit Primär- und Sekundärauslöser durch Rückstrom. Ferner sind besonders die Darstellungen von Wicklungen und Widerständen zu beachten (Abb. 1 Nr. 1

	Schaltzeichen und Schaltbilder	Benennung
1	 a  M oder W b  M c	a Wicklung auf ruhendem Eisenkern oder Induktivität mit Eisen b Wahlweise an Stelle von a c Wicklung mit beweglichem Eisenkern bei Schaltgeräten (nur in Verbindung mit dem Zeichen für Eisenkern oder Schützanker)
2	 a  b	a ohmscher Widerstand ohne wesentliche Induktivität b desgl. wahlweise, insbesondere Meßwiderstand
3	 a  b	a Sicherung allgemein, insbesondere Stromsicherung (verschraubt) b wahlweise

Abb. 1. Darstellung von Wicklungen, Widerständen und Sicherungen.

und 2). Wicklungen auf ruhendem Eisenkern, z. B. Transformatorspulen, sollten möglichst immer nach der in Nr. 1 a angegebenen Kurzdarstellung als dicker Balken gezeichnet werden. Gerade bei Stromrichtertransformatoren mit ihren vielen unterteilten Wicklungen ist dadurch die Möglichkeit einer bedeutend einfacheren Zeichnung gegeben und auch infolge dieser einfacheren Zeichnung eine größere Übersichtlichkeit vorhanden. Bei Wicklungen mit beweglichem Eisenkern, Abb. 1 Nr. 1 c, wie z. B. bei Auslösespulen, bei denen der Auslöseanker neben der magnetischen Funktion gleichzeitig eine mechanische Funktion ausübt, soll dieser gesondert zur Darstellung gelangen. Der Schützanker wird dargestellt durch einen dicken Balken mit Pfeilspitze, welche die Rückfallrichtung angibt. Ein Magnetanker wird als dicker Balken dargestellt.

Es bestand der Wunsch, bei den Widerständen eine Kurzdarstellung festzulegen, welche der in Nr. 1 a der Abb. 1 angegebenen Wicklungsdarstellung analog sein sollte. Mit Rücksicht auf die leichte Zeichnungsmöglichkeit wurde ein schmales, nicht ausgefülltes Rechteck entsprechend Abb. 1 Nr. 2 gewählt. Diese Darstellung erhielt besonders deswegen den Vorzug, weil sie auch auf dem Gebiet der Hochfrequenztechnik als Darstellung von Widerständen bereits sehr gebräuchlich ist.

Zur Anpassung an die IEC-Schaltbilder wurden in der bekannten Darstellung einer Batterie bzw. eines galvanischen Elementes die Vorzeichen vertauscht. Der kurze dicke Strich trägt jetzt das Zeichen —, während der lange dünne Strich das Zeichen + erhält.

In DIN VDE 713 sind die Darstellungen für Trennschalter, Trennumschalter, Leistungsschalter, Leistungs-

schalter mit sichtbarer Trennstelle (Leistungstrennschalter) mit den Begriffserklärungen in den „Regeln für Hochspannungsschaltgeräte“ (VDE 0670/1937, § 4) in Einklang gebracht. Bei den Leistungsschaltern wird, wie schon erwähnt, mit der Darstellung insofern eine Ausnahme gemacht, als auf besonderen Wunsch aus Elektrizitätswerkskreisen Rücksicht auf die Schalterkonstruktion hinsichtlich der Ölfüllung genommen wird. Zeichen für Ölleistungsschalter, ölarme und öllöse Leistungsschalter werden aufgeführt, sollen aber nur angewandt werden, wenn in einem Schaltbild verschiedene Arten dieser Schalter gleichzeitig vorkommen.

Bei dem Zeichen der Sicherung (DIN VDE 713 S. 9) ist gegenüber den früheren Darstellungen eine wesentliche Vereinfachung eingetreten. In dem bisher gültigen Blatt DIN VDE 713 wird zwischen einer großen Reihe von Sicherungen hinsichtlich ihrer Konstruktion unterschieden. Auch die IEC-Regeln bringen außer dem allgemeinen Zeichen noch eine Reihe von Darstellungen, die sich durch die Konstruktion der Sicherung unterscheiden.

In dem vorliegenden Neuentwurf sind diese Konstruktionsunterschiede nicht mehr berücksichtigt. Zunächst wurde nur ein Zeichen für die Sicherung aufgenommen, welches sehr leicht zu zeichnen ist (Abb. 1 Nr. 3a). Es besteht aus einem länglichen Rechteck, durch welches die stromführende Leitung hindurchgezeichnet wird. Dieses Schaltbild kann also noch nachträglich in Pläne hineingezeichnet werden. Zur Anpassung an die IEC-Schaltbilder ist aber auch wahlweise außerdem noch die schwieriger zu zeichnende Darstellung des IEC-Schaltbildes „Sicherung allgemein“ vorgesehen (Abb. 1 Nr. 3 b).

Bei dem Schaltzeichen für Umspanner und Drosselspulen (DIN VDE 714) ist wahlweise die bisherige Art der Wicklungsdarstellung neben der neuen Kurzdarstellung aufgeführt (Abb. 2 Nr. 1). Es sollte aber möglichst die Kurzdarstellung benutzt werden.

Bei den Maschinen (DIN VDE 715) ist jetzt allgemein für die Darstellung einer Ständerwicklung ein großer Kreis vorgesehen, in den als Läuferwicklung ein kleiner Kreis hineingezeichnet wird (Abb. 2 Nr. 2 und 3).

Schaltzeichen		Schaltbild	Benennung
einpolig	mehrpoleig		
1			Drehstrom-Umspanner, Schaltgruppe C2, 10 000 kVA, 50 Per/s, 60/15 kV a bisher übliche Darstellung b neue vereinfachte Darstellung
2			Doppelschluß-Gleichstromgenerator, fremderregt mit Kompensationswicklung, Wendepole auf beide Seiten des Ankers geschaltet
3			Drehstrom-Asynchronmotor mit Schleifringläufer, Bürstenabhebe- und Kurzschlußvorrichtung

Abb. 2. Ausgewählte Beispiele für die Anwendung der Glieder bei Transformatoren, Gleichstrom- und Drehstrommaschinen.

Zu dem bisher gültigen Blatt DIN VDE 715 gehören noch drei Zeichen für Gleichrichter. Es erhob sich die Frage, ob diese Zeichen hier gänzlich fortgelassen werden sollten, weil sie in der bisherigen Form nicht ausreichen, oder ob die Zeit schon dafür gekommen ist, ein gesondertes Blatt für Stromrichter aufzunehmen. Eine Umfrage ließ es für zweckmäßig erscheinen, ein derartiges Blatt (DIN VDE 715 Blatt 2) aufzustellen. In Abb. 3 Nr. 1 bis 5 werden die verschiedenen Grundarten gezeigt, während Nr. 6 der Reihe der aufgeführten Beispiele entnommen ist.

Eine ganz wesentliche Neubearbeitung hat das Blatt DIN VDE 716 (Meßgeräte, Relais und Meßwandler) er-

	Schaltzeichen		Schaltbild	Benennung
	einpolig	mehrpoleig		
1				Stromrichter allgemein, insbesondere Gleichrichter ohne Angabe der Richtung des Stromes
2				Trockengleichrichter
3				Glimmgleichrichter
4				Glühkathodengleichrichter
5				Quecksilberdampfgleichrichter
6				Sechspannen-Quecksilberdampf-Stromrichter mit zwei Erreger- und einer Zündanode und mit Einfachgitter

Abb. 3. Stromrichter. Sämtliche Grundarten und ein ausgewähltes Beispiel.

fahren. Auch hier werden zunächst als Glieder u. a. Meßwerke (Abb. 4) gebracht. Das bisher gültige Normblatt DIN VDE 716 Blatt 4 „Systemzeichen für Meßgeräte und Relais“ fällt fort, da dieses gesamte Blatt in den „Regeln für Meßgeräte“ (VDE 0414) enthalten ist. Diese Regeln und somit die Systemzeichen erfahren augenblicklich eine Neubearbeitung und Anpassung an die IEC-Regeln.

Schaltzeichen und Schaltbild		Meßwerkbenennung
1		Meßwerk allgemein
2		„ mit Spannungspfad
3		„ „ Strompfad
4		„ „ zwei Spannungspfaden zur Summen- oder Diff.-Bildung
5		„ „ zwei Strompfaden zur Summen- oder Diff.-Bildung
6		„ „ zwei Spannungspfaden zur Produkt- oder Quotienten-Bildung
7		„ „ zwei Strompfaden zur Produkt- oder Quotientenbildung
8		„ „ Strom- und Spannungspfad zur Produkt- oder Quotientenbildung
9		(als mehrpoliges Schaltzeichen) Meßgerät enthaltend ein Meßwerk mit einem Strom- und Spannungspfad zur Produkt- oder Quotientenbildung

Abb. 4. Meßwerk-Arten.

Die aufgeführten Normblätter für Starkstrom-Schaltzeichen und -bilder werden durch eine übersichtliche Darstellung von Plänen abgeschlossen. Zu diesem Zweck ist DIN VDE 718 neu aufgestellt worden. Es enthält zunächst in abgeänderter Form das bisherige Blatt DIN VDE 707 „Kennzeichnung von Hilfsleitungen und ihre Anschlüsse bei Starkstromschaltanlagen“. Anschließend werden dann die vier Pläne, die sich auseinander entwickeln, nämlich Schaltplan, Grundschriftplan, Stromlaufplan und Bau-schaltbild, gezeigt. Sie beziehen sich der Deutlichkeit halber, wie es ja auch tatsächlich in der Praxis der Fall ist, auf die gleiche Anlage. Das bisherige Blatt DIN VDE 719 „Beispiel der Anwendung von Schaltzeichen und Schaltbildern in einem Schaltplan“ kann dann infolge der Neuaufstellung von DIN VDE 718 in Fortfall kommen. Die Darstellung der verschiedenen Pläne bildet also den Abschluß der gesamten, für Starkstromanlagen vorhandenen Schaltzeichen und Schaltbilder.

Fahrzeitermittlung und Bestimmung der Beanspruchung der Fahrmotoren und des Transformators elektrischer Triebfahrzeuge.

Übersicht¹⁾. Ein bei der Deutschen Reichsbahn eingeführtes Verfahren zur Fahrzeitermittlung wird so erweitert und abgeändert, daß mit großer Genauigkeit und verhältnismäßig geringem Zeitaufwand die im Betrieb auftretenden Beanspruchungen der Fahrmotoren und des Transformators elektrischer Triebfahrzeuge vorausbestimmt werden können.

Die letzten Jahre haben eine starke Steigerung des Verkehrs, der Zuggewichte und der Fahrgeschwindigkeiten gebracht, so daß an die Triebfahrzeuge der Deutschen Reichsbahn immer höhere Anforderungen gestellt werden. Während man bei der Dampflokomotive die verlangte größere Leistung hauptsächlich durch wesentlich erhöhte Gesamtgewichte erreicht, sind der elektrischen

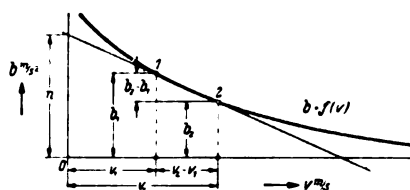


Abb. 1. Üblicher Verlauf der Funktion $b = f(v)$.

Lokomotive in dieser Richtung engere Schranken gesetzt: Ihr Gesamtgewicht ist z. B. bei Schnellzuglokomotiven durch die in Deutschland übliche Achsfolge 1'Do 1' bei 20 t Treibachdruck auf 110 bis 114 t beschränkt. Das bedeutet, daß bei der elektrischen Lokomotive die spezifische Leistungssteigerung weit höher sein muß als bei der Dampflokomotive, die die Mehrleistung auch durch Mehrleistung aufbringen darf.

Diese Entwicklung zwingt dazu, die im Betrieb auftretenden Beanspruchungen der Fahrmotoren und des Transformators der elektrischen Lokomotive so genau als möglich vorauszubestimmen. Es sind zwar Wege^{2) 3) 4)} bekannt, die zur Lösung solcher Aufgaben dienen; doch schien es zweckmäßig, das bei der Deutschen Reichsbahn angewendete rechnerische Verfahren, das in der „Zuko“⁵⁾ beschrieben ist, für die Zwecke der Entwurfsarbeiten so zu erweitern und abzuändern, daß es sich leicht mit dem vom Verfasser angegebenen „zeichnerischen Verfahren zur Vorausbestimmung der betriebsmäßigen Erwärmung von elektrischen Maschinen, insbesondere Bahnmotoren“, vereinigen läßt⁶⁾.

Die Deutsche Reichsbahn geht in der „Zuko“ davon aus, daß sich die Beschleunigungskurve eines Zuges innerhalb kleinerer Abschnitte stets durch eine Gerade mit der Gleichung $b = n + m \cdot v$ ersetzen läßt (Abb. 1). Man kann praktisch auch größere Abschnitte der Kurve in gleicher Weise ersetzen, wenn die Gerade in dem betrachteten Geschwindigkeitssprung erstens die gleiche Neigung und zweitens den gleichen Flächeninhalt wie die Kurve aufweist. Bildet man die Gleichung der Ersatzgeraden aus den Ordinaten und Abszissen der Punkte 1 und 2 (vgl. Abb. 1), so kann man den Bewegungsvorgang des Zuges durch „Teilintegration“ der einzelnen Abschnitte nach folgenden Gleichungen berechnen:

Zeitzunahme:

$$\Delta t' = \frac{v_2 - v_1}{b_2 - b_1} \ln \frac{b_2}{b_1}, \quad (1)$$

Wegzunahme:

$$\Delta l' = \Delta t' \left[\frac{v_2 - v_1}{\ln b_2 b_1} - \frac{b_1 v_2 - b_2 v_1}{b_2 - b_1} \right]. \quad (2)$$

¹⁾ Auszug aus dem gleichnamigen Aufsatz in Elektr. Bahnen 13 (1937) H. 12, S. 297.

²⁾ W. Müller, Elektr. Bahnen 2 (1926) S. 162.

³⁾ Nussbaum, Org. Fortsch. Eisenbahnw. 80 (1925) S. 1.

⁴⁾ Weitere Aufsätze s. Fußnote 1, Anhang: Einschlägiges Schrifttum.

⁵⁾ Deutsche Reichsbahn, Dienstvorschrift für die Berechnung der Kosten einer Zugfahrt, Zuko A und B.

⁶⁾ Kothler, Elektr. Bahnen 13 (1937) S. 108; ETZ 58 (1937) H. 23, S. 632.

Hierin sind $\Delta t'$ und $\Delta l'$ die unter den genannten Voraussetzungen als „mathematisch genau“ anzusehenden Werte, deren Berechnung jedoch so umständlich ist, daß die Deutsche Reichsbahn statt des Verfahrens der Teilintegration das der Mittelwerte vorzieht. Hierbei rechnet man so, als ob in dem betrachteten Geschwindigkeitssprung v_1 auf v_2 die Beschleunigung einen konstanten Mittelwert hätte:

Zeitzunahme:

$$\Delta t = \frac{v_2 - v_1}{\frac{b_1 + b_2}{2}} = \frac{v_2 - v_1}{b_m}, \quad (3)$$

Wegzunahme:

$$\Delta l = \Delta t \frac{v_1 + v_2}{2} = \Delta t \cdot v_m. \quad (4)$$

Die Berechnung des Bewegungsvorganges nach Gl. (3) und Gl. (4) ist zwar einfacher als nach Gl. (1) und Gl. (2), dafür aber fehlerhaft, wie aus Abb. 2 zu ersehen ist:

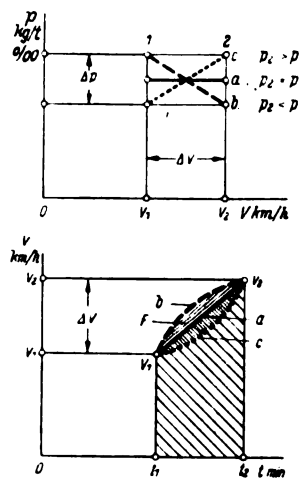


Abb. 2. Darstellung der Entstehung der Fehler bei den „Mittelwertverfahren“. Im Falle b wird wegen der in Punkt 1 größeren und im Punkt 2 kleineren beschleunigenden Kraft p kg/t ein um F größerer Weg zurückgelegt als im Fall a ; im Falle c umgekehrt. (Unmaßstäbliche Darstellung.)

Hier ist — wie im Bahnwesen üblich — statt der Beschleunigung b m/s² die ihr entsprechende beschleunigende Kraft je t Zuggewicht, p kg/t, über der Geschwindigkeit V km/h für drei verschiedene Neigungen der Geraden $p = f(V)$ dargestellt. Trotzdem in den drei Fällen zwischen Punkt 1 und 2 der Mittelwert $p_m = \frac{p_1 + p_2}{2}$ konstant ist, ist der Weg im Fall b größer, im Fall c kleiner als im Fall a [Fall b : ($p_2 < p_1$) entspricht dem Anfahrvorgang eines Zuges, Fall c : ($p_2 > p_1$) dem stromlosen Auslauf unter Einfluß des Fahrwiderstandes].

Die Deutsche Reichsbahn setzt Gl. (1) und Gl. (2) zu Gl. (3) und Gl. (4) ins Verhältnis, das sie bei den Zeitgleichungen c_t bei den Weggleichungen c_l nennt:

$$c_t = \frac{\Delta t'}{\Delta t} = \frac{b_1 + b_2}{2(b_2 - b_1)} \ln \frac{b_2}{b_1}, \quad (5)$$

$$c_l = \frac{\Delta l'}{\Delta l} = c_t \frac{2}{v_1 + v_2} \left[\frac{b_2 v_1 - b_1 v_2}{b_2 - b_1} - \frac{v_2 - v_1}{\ln b_1 b_2} \right]. \quad (6)$$

Man kann also die „mathematisch genauen“ Werte $\Delta t'$ und $\Delta l'$ erhalten aus Δt und Δl , die leicht zu berechnen sind, wenn c_t und c_l bekannt sind. c_t und c_l sind nach Gl. (6) proportional, so daß man mit einem einzigen — allerdings anders zu berechnenden — Ver-

gleichwert c auskommen kann. Setzt man $x = b_1, b_2$ oder p_1, p_2 , so läßt sich berechnen:

$$\frac{c}{p_2 - p_1} = \frac{c}{\Delta p} = \frac{x + 1}{2(1 - x)} = \frac{p_m - (\pm w_m)}{p_2 - p_1}, \quad (7)$$

worin w_m der mittlere Widerstand der Strecke in kg/t ist. Bei der Deutschen Reichsbahn wird nun c so bestimmt, daß ein Fehler von 1,8 % nicht überschritten wird, wenn $p_m - (\pm w_m) \geq c$ ist.

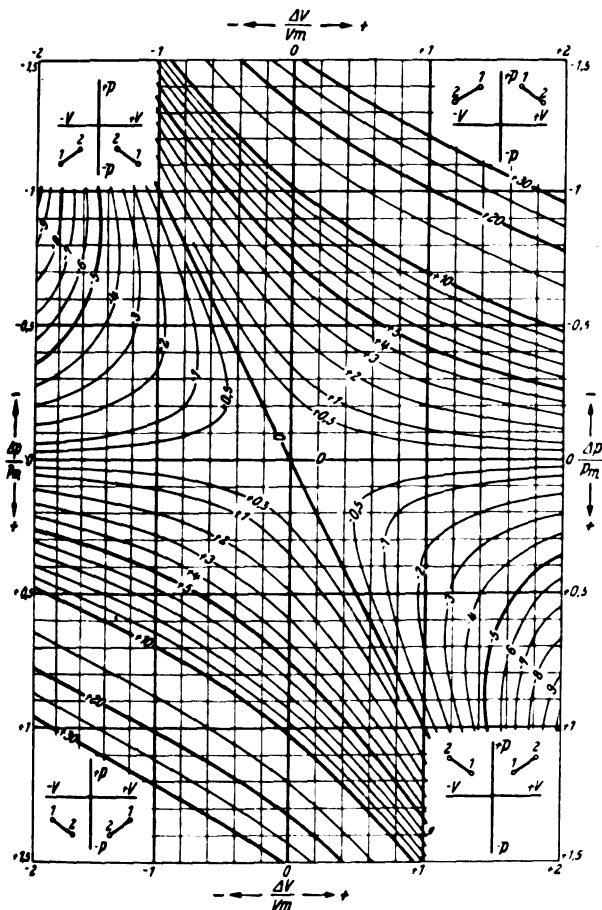


Abb. 3. Fehlerausgleich-Schaubild $\Delta V' = \Delta V \left(1 + \frac{\text{Fehlerausgleichswert in \%}}{100} \right)$.
(Die Größe des Fehlerausgleichswertes ist durch die Bezifferung der Kurven angegeben.)

Bei der Erweiterung und Abänderung des Verfahrens schien es zweckmäßig, eine ganz allgemeine Gleichung aus Gl. (5), Gl. (6) und Gl. (7) abzuleiten, aus der zu jedem

$$\frac{\Delta v}{v_m} = \frac{v_2 - v_1}{v_1 + v_2} \quad \text{und} \quad \frac{\Delta p}{p_m} = \frac{p_2 - p_1}{p_1 + p_2}$$

der zugehörige Wert des Verhältnisses c_l feststellbar ist.

$$c_l = 1 + \frac{\text{Wert des Fehlerausgleichs in \%}}{100}, \quad (8)$$

$$\frac{\Delta v}{v_m} = \frac{c_l \cdot \frac{\Delta p}{p_m} + \ln \frac{p_1}{p_2}}{1 + \frac{p_m}{\Delta p} \cdot \ln \frac{p_1}{p_2}}, \quad (9)$$

$$\frac{p_1}{p_2} = x = \frac{2 \cdot \frac{p_m}{\Delta p} - 1}{2 \cdot \frac{p_m}{\Delta p} + 1} \quad (10)$$

(Hierbei ist jetzt — wegen der kürzeren Schreibweise — unter p_m der Wert $p_m - (\pm w_m)$, also die tatsächlich wirksame beschleunigende Kraft zu verstehen.) Diese Gleichungen sind in Abb. 3 dargestellt. In den Ecken der

Quadranten ist ihr Geltungsbereich angegeben. Bei Auslauf ohne Strom beträgt bei Eisenbahnzügen $\frac{\Delta V}{V_m}$ und $\frac{\Delta p}{p_m}$ etwa 0,05 bis 0,20, wobei nach Abb. 3 die Fehlerausgleichswerte $\pm (0,05 \text{ bis } 0,3) \%$ betragen; sogar der Fehler „Null“ kann vorkommen. Bei Auslauf kann man also von einem Fehlerausgleich absehen. Beim Beschleunigen treten jedoch bei den üblichen Kurven $p = f(V)$ stets merkbarere positive Fehlerausgleichswerte auf, deren Berücksichtigung bei dem erweiterten Zuko-Verfahren auf einfache Weise vorgenommen werden kann:

Der Anfahrvorgang wird in eine Reihe von Geschwindigkeitssprüngen V_1 auf V_2 eingeteilt, aus denen der gesamte Anfahrvorgang zusammengesetzt wird und zu denen bestimmte Werte $\Delta p = p_2 - p_1$ gehören. Dann werden die in Abb. 3 (rechts oben) wiedergegebenen Kurven für 1, 2, 3 und 4 % Fehler so umgezeichnet, daß zu jedem Fehler der Wert

$$\frac{p_m}{\Delta p} = \frac{p_m}{p_2 - p_1} = \frac{c}{\Delta p}$$

abgelesen werden kann (Abb. 4).

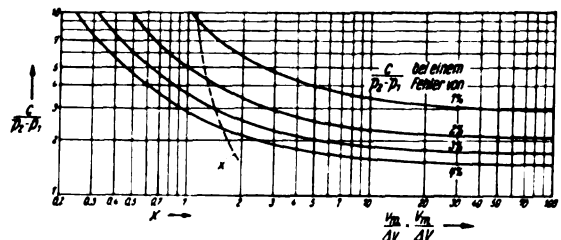


Abb. 4. Fehlerausgleich-Schaubild für die Anwendung in „Lokomotivtafel A 1“ (Zahlentafel 2).

Es ergibt sich z. B. für V_1 auf V_2 gleich 90 auf 110 km/h

die mittlere Geschwindigkeit

$$V_m = \frac{90 + 110}{2} = 100 \text{ km/h},$$

der Geschwindigkeitssprung

$$\Delta V = 110 - 90 = 20 \text{ km/h},$$

das Verhältnis

$$\frac{V_m}{\Delta V} = \frac{100}{20} = 5.$$

Gehören hierzu z. B. die beschleunigenden Kräfte $p_1 = 23,4$ und $p_2 = 18,0$ kg/t, so ist bei einem Streckenwiderstand von $w_m = 10$ kg/t

die mittlere Beschleunigungskraft

$$p_m - w_m = \frac{23,4 + 18,0}{2} - 10 = 10,7 \text{ kg/t},$$

der Zuwachs der beschleunigenden Kraft

$$\Delta p = p_2 - p_1 = 18,0 - 23,4 = -5,4 \text{ kg/t}.$$

Aus Abb. 4 liest man zu $\frac{V_m}{\Delta V} = 5,0$ bei 1, 2, 3 und 4 %

Fehler die Werte $\frac{c}{\Delta p} = \frac{c}{p_2 - p_1}$ ab und trägt sie in Zahlentafel 1 ein; c ergibt sich durch Multiplikation von $\frac{c}{\Delta p}$ mit $\Delta p = -5,4$ (kg/t).

Zahlentafel 1.

Fehler	%	1	2	3	4
$\frac{c}{\Delta p} = \frac{c}{p_2 - p_1}$		-3,9	-2,52	-2,0	-1,72
$c = \Delta p \left(\frac{c}{\Delta p} \right)$	kg/t	21,0	13,6	10,8	9,3

Für den hier berechneten Wert $p_m - w_m = 10,7$ kg/t kann man sofort durch Vergleich mit Zahlentafel 1 den Fehler zu rd. 3 % feststellen.

Bei dem Mittelwertverfahren ist

$$\Delta l = \frac{4,3(V_2^2 - V_1^2)}{p_m - (\pm w_m)} = \frac{4,3 \cdot (110^2 - 90^2)}{10,7} = 1608 \text{ m.} \quad (11)$$

(Hierin ist $4,3 = k$ ein Maßstabsfaktor, der gleichzeitig den üblichen Massenzuschlag von rd. 6 % einschließt.) Man erhält den richtigen Weg

$$\Delta l' = c_l \cdot \Delta l = 1,03 \cdot 1608 = 1656 \text{ m.} \quad (12)$$

Die zugehörige Zeitzunahme ist

$$\Delta t' = \Delta l' \cdot \frac{7,2}{V_1 + V_2} = 1656 \cdot \frac{7,2}{90 + 110} = 59,7 \text{ s.} \quad (13)$$

In diesem Sinne erfolgt die Zusammenstellung der Geschwindigkeitssprünge V_1 auf V_2 und der zugehörigen beschleunigenden Kräfte p in einer besonderen „Lokomotivtafel A I“, die in Zahlentafel 2 auszugswise wiedergegeben ist. In Spalte 1 sind die üblich erforderlichen Geschwindigkeitssprünge V_I auf V_{II} zunächst in Prozenten angegeben, erstens weil sich damit besser rechnen läßt und zweitens, weil die Erwärmungsrechnung⁷⁾ ebenfalls auf Prozentwerten aufbaut. Spalte 2 enthält die von Fall zu Fall verschiedenen absoluten Geschwindigkeiten in km/h. In Spalte 3 ist die Differenz der Quadrate der prozentualen Geschwindigkeiten ein für allemal eingetragen, aus denen leicht in Spalte 4 der entsprechende Hilfswert im absoluten Maß berechnet wird. Spalte 5 enthält die der Lokomotive bei einer bestimmten Anhängelast eigenen Werte p_m , Spalte 6 die zugehörigen spezifischen Fahrwiderstände w_z . In Spalte 7 wird der Hilfswert zur Ermittlung der Zeitzunahmen $\Delta t'$ in einfacher Weise berechnet, da sich die prozentualen Geschwindigkeiten $V_I + V_{II}$ leichter im Kopf addieren lassen. In Spalte 8 sind die Vergleichswerte c eingetragen, die wie die Werte in Zahlentafel 1 gefunden werden.

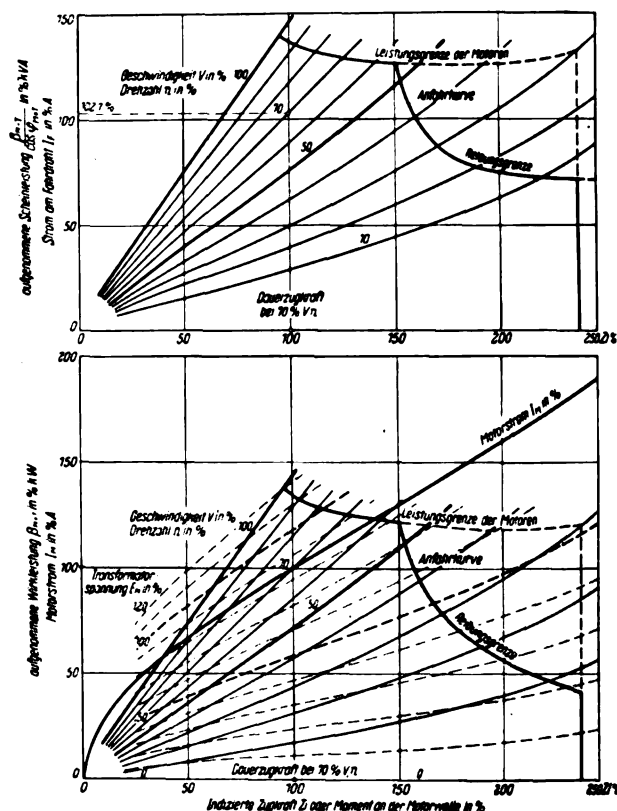
Die Spalten 9 bis 15 werden nach Abb. 5 ausgefüllt, in welchem zur Zugkraft-Geschwindigkeits-Kennlinie die zugehörigen Werte von Motorstrom I_M , Motorspannung U_M , am Fahrdraht aufgenommene Wirkleistung $\beta_M + T$,

am Fahrdraht aufgenommene Scheinleistung $\frac{\beta_M + T}{\cos \varphi_M + T}$ und der Fahrdrahtstrom I_F gefunden werden. Die zu jedem Geschwindigkeitssprung gehörende Endüber-temperatur T_e in Spalte 16 wird nach dem in Fußnote 6 angegebenen Verfahren bestimmt, so daß hier nicht näher darauf eingegangen zu werden braucht. Die Anwendung der „Lokomotivtafel A I“ hat so zu erfolgen, daß man möglichst große Geschwindigkeitssprünge V_1 auf V_2 zu benutzen versucht.

Will man z. B. eine Anfahrt in der Ebene ($w_m = 0$) durchführen, so wäre zunächst V_1 auf V_2 gleich 0 bis

⁷⁾ Siehe Fußnote 6.

54 km/h zu prüfen. Der Vergleich von $p_m - (\pm w_m) = 32,6 \text{ kg/t}$ aus Spalte 5 mit den Werten $c = 315, 122, 75,5$ und $58,0 \text{ kg/t}$ zeigt, daß der Fehler weit über 4 % betragen würde; also ist ein kleinerer Geschwindigkeits-



Es ist zu setzen:

Ind. Zugkraft $Z_i = 100\% = 10\,000 \text{ kg}$

Geschwindigkeit $V = 100\% = 180 \text{ km/h}$

Aufgenommene Wirkleistung $\beta_M + T = 100\% = 4000 \text{ kW}$

Aufgenommene Scheinleistung $\frac{\beta_M + T}{\cos \varphi_M + T} = 102,7\% = 4110 \text{ kVA}$

(Die Werte $U_M = 100\%$ und $I_M = 100\%$ brauchen erst beim Entwurf des Motors festgelegt zu werden.)

Abb. 5. Elektrische und mechanische Kenngrößen der elektrischen Ausrüstung einer Wechselstromlokomotive für 16 $\frac{1}{2}$ Hz.

sprung zu wählen. Für V_1 auf V_2 gleich 0 bis 18 km/h ist $p_m - (\pm w_m) = 37,1$, wozu sich bei $c = 35$ ein Fehler von knapp 2 % ergibt. Der Anfahrtsweg $\Delta l'$ ist gleich dem

Zahlentafel 2. Auszug aus „Lokomotivtafel A I“.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
Lokgewicht $G_l = 140$ t; Wagengewicht $G_w = 416$ t; Zuggewicht $G_z = 556$ t																		
Hilfswerte zur Ermittlung der Fahrzeiten								indizierte Zugkraft		Motor		Fahrleitung		Endüber- temperatur	Hilfswert z. Berechn. d. Bremskraft			
										Strom	Spg.	Strom	Schein- leistung			Wirk- leistung		
Geschwindigkeits- stufe		$(V_{II}^2 - V_I^2)$	$\frac{k V_{\max}^2}{10\,000} \times$ $(V_{II}^2 - V_I^2)$	p_m	w_z	$\frac{720}{V_{\max}} \times$ $\frac{1}{V_I + V_{II}}$	bei einem Fehler von				Z_i	I_M	U_M	I_F	$\frac{\beta_M + r}{\cos \varphi_M + r}$	$\beta_M + r$	T_e	
V_I auf V_{II}	V_I auf V_2						1%	2%	3%	4%								
%	km/h	(%) ²		kg/t	kg/t		kg/t	kg/t	kg/t	kg/t	kg	%	%	%	%	%	%	tkm
0 ... 10	0 ... 18	100	1 390	37,10	2,55	0,4000	90	35	21,5	16,6	23 100	231	179	~ 12	72	44	176	0,83
0 ... 20	0 ... 36	400	5 570	34,35	2,70	0,2000	227	88	54,5	41,8	21 500	215	170	25	73	50	161	3,10
0 ... 30	0 ... 54	900	12 500	32,60	2,90	0,1333	315	122	75,5	58,0	20 550	206	164	28	74	54	152	6,96
10 ... 20	18 ... 36	300	4 170	32,55	2,75	0,1333	38	21,5	15,8	12,9	20 600	206	164	28	74	54	152	2,32
10 ... 30	18 ... 54	800	11 120	30,80	2,95	0,1000	93,5	45	32,3	25,6	19 650	197	158	31	76	58	144	6,20
usw.																		
85 ... 90	153 ... 162	875	12 150	10,20	8,05	0,0229	4,48	3,07	2,50	2,17	10 500	105	103	108	134	132	126	6,76
85 ... 95	153 ... 171	1800	25 100	9,60	8,35	0,0222	9,00	6,00	4,85	4,21	10 300	103	102	110	135	133	127	14,00
90 ... 95	162 ... 171	900	12 870	8,90	8,60	0,0217	3,83	2,64	2,13	1,84	10 100	101	101	113	136	134	128	7,15
90 ... 100	162 ... 180	1900	26 400	8,25	8,90	0,0211	8,52	5,75	4,65	4,00	9 950	100	100	114	137	135	128	14,70
95 ... 100	171 ... 180	975	13 670	7,65	9,20	0,0205	4,12	2,85	2,30	1,97	9 750	98	99	116	137	130	129	7,55

Wert aus Spalte 4 dividiert durch Spalte 5 und dieser Quotient ist durch Multiplikation mit $c_l = 1,02$ zu korrigieren:

$$\Delta l' = 1,02 \cdot \frac{1390}{37,1} = 38,2 \text{ m}, \quad (14)$$

$$\Delta t' = 38,2 \cdot 0,4000 \text{ (aus Spalte 7)} = 15,3 \text{ s}. \quad (15)$$

Diese Weg- und Zeitzunahmen werden nebst den zugehörigen Werten aus den Spalten 9 bis 16 in ein besonderes — hier nicht wiedergegebenes — „Berechnungsblatt“ eingetragen und ausgewertet, wobei die Motor-

erwärmung T , die Zughakenarbeit $\sum (Z_i \cdot \Delta l')$ und die Fahrdracharbeit $\sum (\beta_M + T \cdot \Delta t')$ gefunden wird. Die Erwärmung des Transformators wird aus den Werten I_M und $\Delta t'$ bestimmt, wobei für die Auslegung meist die Wärmekapazität der Spulen maßgebend ist. Der Motor ist stets ausreichend, wenn T den Betrag 100 % nicht (oder nur kurzzeitig) überschreitet.

Wendet man das Verfahren auf die in der Hauptverkehrszeit laufenden Züge an, so erhält man auch die Beanspruchungen, die für die Auslegung der Fahr- und Speiseleitungen, der Unterwerke, Generatoren und Dampfkraftanlagen bestimmend sind. H. Kother VDE.

Eine neue Umformerart für die Kupplung von Wechselstromnetzen.

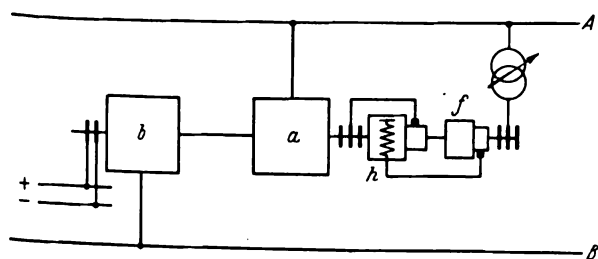
Von A. Leonhard VDE, Stuttgart.

621. 314. 24 : 621. 316. 1. 062

Übersicht. Eine neue Netzkupplungsschaltung wird beschrieben, bei der im Gegensatz zu den bisher üblichen Anordnungen nicht die Asynchronmaschine, sondern die Synchronmaschine in der Drehzahl geregelt wird.

Bisherige Ausführung von Netzkupplungsumformern.

Die bisher üblichen Umformerschaltungen haben ein Gemeinsames. Wenn größere Frequenzdifferenzen zwischen den zu kuppelnden Netzen zugelassen werden sollten, so wurde eine der beiden Umformermaschinen als Synchronmaschine und die andere als Asynchronmaschine ausgeführt, wobei dann die Asynchronmaschine besondere Regelmotoren erhielt, die eine Drehzahlregelung in bestimmten Grenzen ermöglichte. Bei größeren Leistungen wurde als Hauptregelmaschine eine ständererregte Maschine mit Kompensationswicklung und Wendepolen gewählt, die dann von einem Frequenzwandler erregt wurde (Abb. 1).



a Asynchronmaschine an Netz A f Frequenzwandler
b Synchronmaschine an Netz B h Hauptregelmaschine

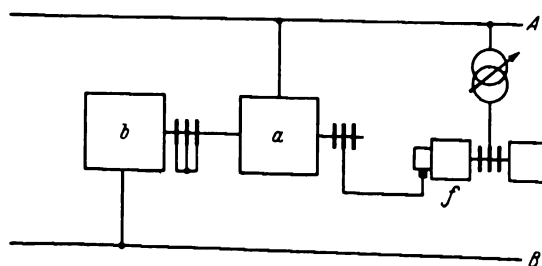
Abb. 1. Bisher übliche Schaltung für Netzkupplungsumformer.

Bei diesen Anordnungen ist nun die Phasenlage der dem Läufer der Hauptmaschine (a) zugeführten Spannung überaus wichtig. Nur bei bestimmter Richtung der zugeführten Spannung bekommt man reine Drehzahlregelung. Stimmt diese Richtung nicht, so wird gleichzeitig der Leistungsfaktor der Hauptmaschine beeinflusst.

Durch entsprechend eingestellte Drehtransformatoren kann man dem Frequenzwandler (f) eine Spannung bestimmter Richtung zuführen. Die Richtung des Erregerstromes in der Hauptregelmaschine (h), der vom Frequenzwandler geliefert wird, ist nun aber nicht fest an die Phasenlage der Frequenzwandlerspannung gebunden, sondern sie ist entsprechend der mit dem Schlupf der Maschine veränderlichen Induktivität der Erregerwicklung veränderlich. Damit ändert sich auch die Richtung der Spannung dieser Maschine. Je nach der Drehzahl des Umformers muß daher die Richtung der dem Frequenzwandler zugeführten Spannung geändert werden. Die Erregerverhältnisse werden daher schwierig und unübersichtlich.

Grundsätzliches über die neue Umformerart²⁾.

Um die eben geschilderten Schwierigkeiten zu umgehen und außerdem noch andere Vorteile zu bekommen, wird nun eine andere Umformerart vorgeschlagen. Es soll nicht mehr die Asynchronmaschine, sondern die Synchronmaschine in ihrer Drehzahl geregelt werden. Damit wird erreicht, daß die Phasenlage der dem Läufer der Synchronmaschine zugeführten Spannung beliebig sein kann. (Bei Drehzahlregelung wird selbstverständlich nicht mehr Gleichstrom, sondern niederfrequenter Drehstrom zugeführt.) Der Läufer der Synchronmaschine stellt sich ganz von selbst so ein, daß das verlangte Moment, das durch die am zweiten Netz liegende Asynchronmaschine gegeben ist, abgegeben werden kann. Eine Änderung der zugeführten Erregerspannung ändert jetzt ausschließlich die Blindleistung bei konstant angenommener Netzspannung.



a drehzahl geregelte Synchronmaschine an Netz A b Asynchronmaschine an Netz B
f Frequenzwandler

Abb. 2. Schaltung für Netzkupplungsumformer mit drehzahl geregelter Synchronmaschine.

Abb. 2 zeigt den Umformer in der einfachsten Schaltung nur mit Frequenzwandler. b ist eine normale Asynchronmaschine, die selbstverständlich auch mit einer Drehstromerregmaschine ausgerüstet werden kann. a ist die Synchronmaschine, die mit veränderlicher Dreh-

¹⁾ z. B. J. Osanna, Wiss. Veröff. Siemens-Werk. 10 (1931) H. 3, S. 1.
²⁾ DRP. angemeldet.

zahl läuft je nach der Frequenz der ihr sekundär über den Frequenzwandler zugeführten Spannung. Das Verhalten einer solchen Maschine ist in einer früheren Arbeit³⁾ hinreichend geklärt worden. Die Stromdiagramme

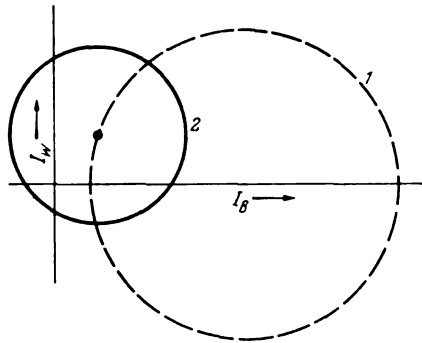


Abb. 3. Stromdiagramm als Asynchronmaschine 1 und als Synchronmaschine (untersynchron) 2.

im stationären Betrieb ergeben ein durchaus brauchbares Betriebsverhalten der Maschine. Man bekommt bei konstanter Drehzahl Kreise um den der Drehzahl entsprechenden Punkt auf dem Asynchronkreis der Maschine als Mittelpunkt. In Abb. 3 ist ein bestimmter Betriebsfall aufgezeichnet.

Man wird zweckmäßigerweise den Magnetisierungsstrom der Maschine a , wie auch sonst bei Synchronmaschinen üblich, mit Rücksicht auf die Belastbarkeit durch entsprechende Vergrößerung des Luftspalts größer wählen als bei normalen Asynchronmaschinen.

Die dynamische Stabilität, also die Dämpfung bei etwa auftretenden Pendelungen, ist gegeben, solange der für den Synchronbetrieb eingestellte Schlupf (über- oder untersynchron) unterhalb dem Kippschlupf der Asynchronmaschine bleibt³⁾. Der theoretische Kippschlupf ist nun allerdings bei großen Maschinen klein; er kann bis auf 1,2 bis 1,5 % herabkommen. Bei großen Maschinen ist aber immer eine ständererregte Regelmachine mit Kompensationswicklung vorhanden. Um Selbsterregung dieser Maschine sicher zu verhindern, werden die Bürsten immer etwas aus der Neutralen in der Drehrichtung verschoben, so daß der Ankerstrom nicht vollkommen kompensiert wird und damit eine dem Strom entgegengesetzte Spannung genau wie in einem ohmschen Widerstand erzeugt wird. Die Regelmachine wirkt also wie ein ohmscher Widerstand drehzahlvermindernd bei Motorbetrieb, der scheinbare Kippschlupf erhöht sich entsprechend. Außerdem ist bei der Untersuchung der Dämpfung noch zu berücksichtigen, daß auf der gleichen Welle mit der Synchronmaschine auch die Asynchronmaschine sitzt, die auf alle Fälle stark dämpfend auf Schwingungen wirken wird. Es bestehen also auch hinsichtlich der dynamischen Stabilität keine Bedenken gegen die Anwendung der drehzahlgeregelten Synchronmaschine im Umformersatz.

Die Schaltung und die sich ergebenden Betriebskurven.

Die Schaltung der Hauptmaschinen ist im vorhergehenden bereits genügend erklärt worden. Wichtig für die sich ergebenden Betriebskurven ist der Antrieb des Frequenzwandlers. Der Frequenzwandler wird gekuppelt

mit zwei Antriebsmaschinen, im Schaltbild (Abb. 4) als Drehstromnebenschlusmotoren gezeichnet. Einer der Antriebsmotoren kann an das Netz A , der zweite an das Netz B geschaltet werden. Die Polpaarzahl muß so gewählt werden, daß beide Motoren auf die Frequenz von A bzw. B bezogen gleiche synchrone Drehzahl haben. Bei den Motoren handelt es sich selbstverständlich um nur kleine Maschinen. Geht man z. B. von einer Umformerleistung von 10 000 kVA und 4 % Drehzahlregelung aus, so wird die Leistung dieser Motoren etwa $10\,000 \times 0,04 \times 0,2 \times 0,2 = 16$ kW, also 1,6 % der Umformerleistung. (10 000 $\times$ 0,04 wird die Leistung der Hauptregelmachine; 20 % davon wird die Erregerleistung dieser Maschine und damit die Leistung des Frequenzwandlers, und wieder 20 % dieser Leistung sind als Reibungsverluste des Frequenzwandlers eingesetzt. Der Frequenzwandler hat keine Ständerwicklung, ist also elektrisch momentenfrei.)

Schaltet man nun zuerst nur die Antriebsmaschine a ein mit kurzgeschlossenem Sekundärwiderstand, so hat man einfachen Synchron-Asynchron-Betrieb mit sog. halbstarrer Kuppelung der Netze.

Bezeichnet Δf die Frequenzabweichung $f_A - f_B$, so bekommt man die gezeichnete sehr steile Belastungskennlinie (Abb. 5). Beträgt der normale Schlupf der Asynchronmaschine b 1 %, so darf auch die Frequenzabweichung zwischen beiden

Netzen normalerweise nicht über ± 1 % hinausgehen, wenn der Umformer nicht überlastet werden soll. Verstellt man die Drehzahl von a , so schiebt sich die Kennlinie nach rechts oder links, die Steilheit bleibt aber erhalten. (Diese Verstellung könnte z. B. von einem durch die

Übertragungsleistung gesteuerten selbsttätigen Regler vorgenommen werden.)

Schaltet man jetzt auch die Maschine β ein, und zwar vorläufig mit offenem Sekundärkreis, so wird sich noch nichts ändern. Schließt man langsam den Widerstand

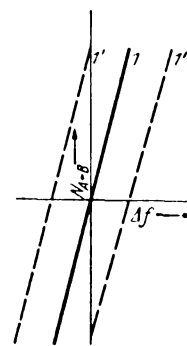


Abb. 5. Umformerkennlinien bei halbstartem Betrieb. (Nur Antriebsmaschine z eingeschaltet).

Asynchronmaschine an Netz B ist also jetzt bei gleicher Frequenzabweichung nur halb so groß als im andern Fall. Die Steilheit der Belastungskennlinien ist also auf die Hälfte zurückgegangen.

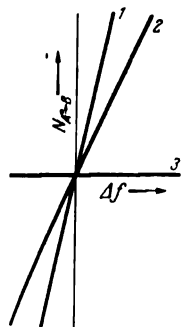
Sie entspricht, wenn die Gerade 1 den vorherigen Fall kennzeichnet, der Geraden 2 (Abb. 6). Durch Veränderung des Widerstands im Sekundärkreis von β kann nun, wie sich ohne weiteres übersehen läßt, jede beliebige Kennlinie zwischen 1 und 2 eingestellt werden.

Läßt man jetzt den Widerstand im Sekundärkreis von β kurzgeschlossen und öffnet den Sekundärkreis der

³⁾ A. Leonhard, Asynchroner und synchroner Betrieb der allgemeinen doppelt gespeisten Drehstrommaschine. Arch. Elektrotechn. 30 (1936) S. 483.

Maschine α , so macht β und damit der Umformer alle Frequenzschwankungen von Netz B mit. Der Schlupf der Asynchronmaschine A bleibt 0, ihre Last also auch 0; als Belastungskennlinie erhält man die Horizontale 3.

Durch entsprechende Einstellung des Sekundärwiderstands von α kann der ganze Bereich zwischen 2 und 3 ausgenutzt werden. Die Belastungskennlinie 3 kann durch Veränderung der Drehzahl von β ohne weiteres gehoben und gesenkt werden, so daß die übertragene Leistung nicht mehr 0 ist, sondern einen bestimmten Wert annimmt, der dann aber vollkommen konstant bleibt, unabhängig von Frequenzschwankungen. Diese Betriebsart entspricht dann der sog. losen Kupplung der beiden Netze (Abb. 7).



- 1 nur α eingeschaltet
 2 α u. β „
 3 nur β „
 Kennlinien zwischen 1 u. 2:
 α voll, β mit Widerstand eingeschaltet
 Kennlinien zwischen 2 u. 3:
 β voll, α mit Widerstand eingeschaltet

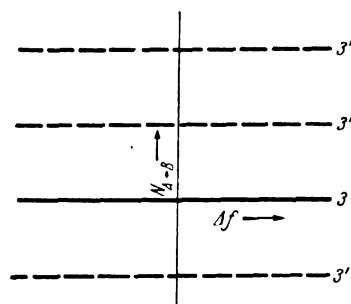
Abb. 6. Umformerkennlinien.

Bei den Überlegungen mit den Kennlinien ist die Belastung der beiden Maschinen α und β durch die Reibungsverluste des Frequenzwandlers vernachlässigt. Eine Berücksichtigung dieser Verluste ändert aber praktisch nichts an dem geschilderten Verlauf der Kurven.

Man kann also bei der beschriebenen Umformerschaltung auf einfache Weise jede Kennlinie einstellen, und zwar vollkommen ohne Regler nur die natürlichen Kennlinien von kleinen Hilfsmaschinen ausnutzend.

Allerdings wird ein Regler trotzdem immer erforderlich sein, weil selbstverständlich die Läuferspannung der

Synchronmaschine α stark von der Drehzahl abhängig ist. Das Kriterium für richtige Erregerspannung ist wie auch

Abb. 7. Umformerkennlinien bei loser Kupplung der Netze. (Nur Antriebsmaschine β eingeschaltet.)

bei der normalen gleichstromerregten Synchronmaschine der Leistungsfaktor bzw. die abgegebene Blindleistung. Man braucht also nur den Frequenzwandler über einen Regeltransformator zu erregen und diesen durch einen selbsttätigen Regler, der auf konstante Blindleistung oder Spannung arbeitet, verstellen lassen. Da die Richtung der Spannung, wie vorhin bereits klargelegt,

auf die Wirkungsweise des Umformers ohne Einfluß ist, kann ohne weiteres ein Einfachdrehregler verwendet werden.

Versuche.

Umfangreiche Versuche im Laboratorium, allerdings nur mit kleinen Maschinen, bestätigen vollkommen das theoretisch ermittelte Betriebsverhalten des Umformersatzes. Über diese Versuche wird in der nächsten Zeit berichtet werden.

Zusammenfassung.

Durch die Verwendung einer drehzahlgeregelten Synchronmaschine im Umformersatz fallen die Schwierigkeiten fort, die sich durch die Änderung des induktiven Widerstandes im Läuferkreis der Asynchronmaschine bei drehzahlgeregelter Asynchronmaschine ergeben. Die Richtung der Erregerspannung wird beliebig. Außerdem lassen sich vollkommen ohne Regler alle üblichen Charakteristiken erreichen. Die Anordnung zeigt eine der vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten für die drehzahlgeregelte Synchronmaschine.

Zur „Alterung“ von Quarzlampen.

(Aus dem Allgemeinen Institut gegen die Geschwulstkrankheiten im Rudolf-Virchow-Krankenhaus.)

Übersicht. Der Alterungsgrad von Quarzlampen läßt sich in der Praxis am schnellsten einwandfrei durch physikalische Messung feststellen. Aus gesundheitlichen und volkswirtschaftlichen Gründen ergibt sich die Notwendigkeit regelmäßiger physikalischer Prüfungen der benutzten Quarzlampen.

Zur Entscheidung der praktisch für den Arzt und den Wirtschaftler sehr wichtigen Frage, wann ein Quarzlampenbrenner verbraucht ist und durch einen neuen ersetzt werden muß, wurde ein großer Teil der in dem Bereich der Gesundheitsverwaltung der Stadt Berlin (städtische Krankenhäuser, Bäder, Säuglingsfürsorgen, Beratungsstellen für Erb- und Rassenpflege) in Betrieb befindlichen Quarzlampen auf ultraviolette Strahlenintensität geprüft¹⁾.

Das Meßgerät (Abb. 1) mißt die auf die Aufstellenebene des Geräts auftreffende Strahlung und ist aus diesem Grund für die Zwecke des Praktikers besonders gut geeignet. Es besteht aus einer Photozelle mit besonderer Filterung. Die am Gerät links sichtbare Stange dient zur Abstandsmessung. Sie wird nach der Abstandsmessung nach vorn umgeklappt. Die mit diesem Gerät ausgeführten Messungen ergaben ungewöhnlich große Abweichungen unter den Strahlenintensitäten der verschiedenen untersuchten Lampen. Als Grund hierfür fand

sich, daß die Richtung größter Strahlenstärke bei den verschiedenen Lampen oft nicht mit der durch das Meßgerät festgelegten Richtung zusammenfiel. Dahingestellt sei, ob das durch Schiefhängen der Lampen oder durch eine unzulässige Neigung der Aufstellenebene des Meßgeräts bedingt war. Vielmehr wurden die weiteren Messungen mit dem in Abb. 2 dargestellten Meßgerät ausgeführt. Dieses läßt sich in die jeweilige Richtung der größten Strahlenintensität der zu untersuchenden Lampe einstellen, und somit werden Fehler, die auf der Richtungsabhängigkeit der Ultraviolettstrahlung beruhen, mit diesem Gerät vermieden. Der (ebenfalls umklappbare) Abstandsmesser trägt am Ende ein Querteil, das der Länge eines Quarzbrenners entspricht und eine besonders leichte Einstellung des Geräts in die Hauptstrahlenrichtung des Quarzbrenners ermöglicht.

Auch mit diesem Gerät fanden sich große Unterschiede in den ultravioletten Strahlenstärken der verschiedenen Lampen, die nur zum Teil durch die sog. „Alterung“ der Brenner erklärt werden konnten. Unter „Alterung“ eines Quarzbrenners versteht man das allmähliche Nachlassen der ultravioletten Strahlenstärke, die dadurch bedingt ist, daß das Quarzglas der Brenner im Lauf des Betriebes schwarz wird. Dieses Schwarzwerden des Brennerglasses verursacht Gasreste, die aus den Metallelektroden oder aus dem Quarzglas frei werden und an den Wandungen oxydieren, oder Verunreinigungen des Quecksilbers, die sich ebenfalls an den Wan-

621. 327. 31. 004. 6

¹⁾ Mediz. Welt 11 (1937) S. 553.

dungen niederschlagen, oder auch Staub, der von außen auf den Brenner kommt und sich „einbrennt“. Auch Verunreinigungen durch Berühren der Brenner mit den Fingern haben dieselben Folgen. Die „Alterung“ der Quarzbrenner hängt also von vielen Dingen ab, die sich in der Praxis kaum übersehen lassen. Manche Lampen, die wenig benutzt und sorgfältig behandelt werden, behalten viele Jahre hindurch unverändert ihre volle ultraviolette Strahlenstärke. Andere Lampen, die sehr viel gebraucht werden oder unsachgemäß behandelt werden, können schon nach wenigen Monaten so viel von ihrer Strahlenintensität einbüßen, daß der gesundheitliche Wert der mit ihnen durchgeführten Bestrahlungen in Frage gestellt erscheint.

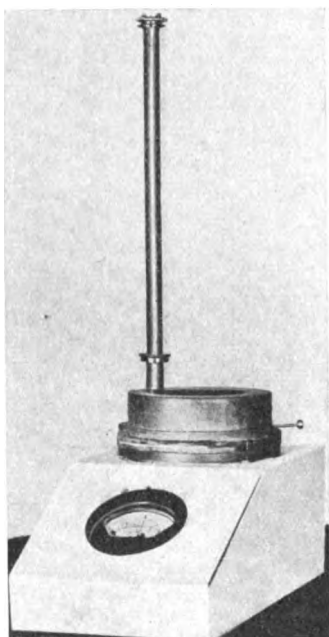


Abb. 1. Meßgerät zur Strahlenprüfung in der Praxis.

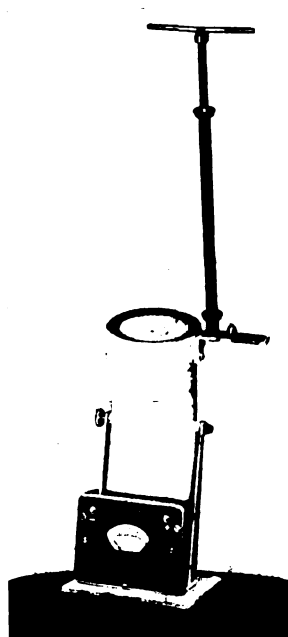


Abb. 2. Meßgerät mit besonderer Vorrichtung zur Einstellung in beliebige Strahlenrichtungen.

Es hat sich gezeigt, daß hier nur die sachgemäße physikalische Strahlungsprüfung der Lampen entscheiden kann. Von unseren Meßergebnissen an den Quarzlampen der Stadt Berlin gibt die folgende Tafel einen Ausschnitt. Hier ist die Anzahl der bei den Messungen für „gut“ befundenen Quarz-

Abhängigkeit der „Alterung“ (oder des Betriebszustandes) von Quarzlampen von der Benutzungsdauer:

Benutzungsdauer Jahre	Anzahl der „guten“ Quarz- lampen in Prozent der untersuchten Gesamtzahl %
7	83
6	50
5	100
4	78
3	91
2	91
1	68

lampen in Prozent der untersuchten Gesamtzahl angegeben. Als „gut“ sind alle Lampen bezeichnet, die bei den Messungen 75 % und mehr ultraviolette Strahlenintensität zeigten, verglichen mit einer fabrikneuen Lampe, die unter Standardbedingungen betrieben wurde und deren Ultraviolett-Intensität gleich 100 % gesetzt worden ist.

Man sieht, daß z. B. von den fünf Jahr in Betrieb befindlichen Quarzlampen (bzw. Quarzbrennern) sämt-

liche noch heute eine ausreichende ultraviolette Strahlenstärke besitzen, während von den im Jahr davor angeschafften Brennern nur noch rund die Hälfte sich in ausreichendem Betriebszustand befand. Von den ein Jahr in Betrieb befindlichen Brennern oder Lampen sind dagegen nur etwa zwei Drittel in einwandfreiem Zustand.

Es bleibt hierbei dahingestellt, ob es sich bei diesen Ergebnissen um Lieferungs- oder Behandlungsmängel handelt. Zweck dieses Aufsatzes und unserer Untersuchung soll vielmehr sein, darauf hinzuweisen, daß man ohne dauernde Strahlenkontrolle der Lampen sich kein Bild über ihre Gebrauchsfähigkeit machen kann.

Regeln für die Alterung und sonstige Abnutzung der Lampen lassen sich nur im Laboratorium unter peinlich genauer Einhaltung der vielen für die Entstehung der ultravioletten Strahlung im Quarzbrenner maßgebenden Voraussetzungen²⁾ gewinnen, wozu u. a. auch eine Reihe elektrotechnischer Bedingungen gehören. Aber in der Praxis, wo oft — besonders in großen Betrieben — unkontrollierbare Eingriffe in die Versuchsbedingungen der Lampen vorgenommen werden und die verschiedensten Einflüsse mitspielen, können solche Regeln nicht aufgestellt werden. Hier kann nur die jedesmalige physikalische Strahlenmessung entscheiden, in welchem Betriebszustand sich die Lampen befinden, ob die Brenner wirklich „gealtert“ sind oder ob nur elektrotechnische oder sonstige Betriebsfehler vorliegen.

Unsere Ergebnisse haben auch volkswirtschaftliche Bedeutung. Denn sie helfen Geld und Rohstoffe sparen, da es in Zukunft nicht mehr in dem Umfang nötig sein wird, neue Lampen zu beschaffen wie bisher, wenn die physikalische Messung zeigt, daß auch mehrere Jahre alte, ja zum Teil schon als „verbraucht“ aus dem Betrieb gezogene Quarzbrenner noch eine genügende ultraviolette Strahlenstärke liefern. Auch der einzelne Praktiker wird Nutzen aus diesen Meßergebnissen ziehen. Er wird in Zukunft viele Unkosten in seiner Praxis sparen, wenn er seine Brenner in obiger Weise physikalisch überwacht, sowohl in Form einer regelmäßigen Strahlenprüfung zwecks sofortiger Behebung etwa entstehender Mängel — Quarzbrenner können bekanntlich auch durch ungeeignete Betriebsbedingungen schnell zerstört werden — als auch besonders vor Beschaffung eines neuen Brenners und Herausnahme eines sog. „verbrauchten“ Brenners.

Zur Vermeidung von Mißverständnissen sei zum Schluß ausdrücklich bemerkt, daß mit unseren Ausführungen und Ergebnissen nicht etwa der Wert oder die Güteeigenschaften von Quarzbrennern oder -lampen in Zweifel gezogen werden sollen. Die Ausführungen sollen im Gegenteil dazu dienen, die überall gut eingeführte und bewährte Bestrahlungslampe noch besser als bisher auszunutzen und sie noch umfassender für die allgemeine Gesundheitspflege und die Krankenbehandlung einzusetzen.

Zusammenfassung.

Messungen der ultravioletten Strahlenintensität an einer größeren Anzahl von Quecksilber-Quarzlampen der Gesundheitsverwaltung der Stadt Berlin haben ergeben, daß eine große Zahl selbst mehrere Jahre alter Brenner, die teilweise schon als „verbraucht“ aus dem Betrieb gezogen waren, noch eine für die Strahlenbehandlung ausreichende Ultraviolett-Intensität liefern. Andere, neu beschaffte Lampen (oder Brenner) gaben dagegen zu Beanstandungen hinsichtlich ihrer ultravioletten Strahlenstärke Anlaß.

Die Alterung von Quarzlampen kann nicht nach Jahreszahlen angegeben werden, sondern ist das Ergebnis vieler, besonders in großen Betrieben unübersehbarer Einflüsse, worüber letztlich nur die physikalische Strahlenmessung entscheiden kann. Die Ergebnisse beweisen aus ärztlichen und volkswirtschaftlichen Gründen die Notwendigkeit einer regelmäßigen physikalischen Strahlenprüfung bei Quarzlampen.

Erwin Hasché, Berlin.

²⁾ Vgl. E. O. Seitz, Mediz. Welt 11 (1937) S. 1223.

RUNDSCHAU.

Elektrische Maschinen.

621. 313. 332. 013. 2 : 621. 319. 4. 062. 13 **Untersuchungen über den selbsterregten Asynchrongenerator.** — Durch Parallelschaltung von Kondensatoren zur Ständerwicklung einer Asynchronmaschine wird ein schwingungsfähiges System gebildet, das unter gewissen Umständen zur Selbsterregung gebracht werden kann. Diese Maschine, als Stromerzeuger betrachtet, wird kurz als „selbsterregter Asynchron-generator“ bezeichnet.

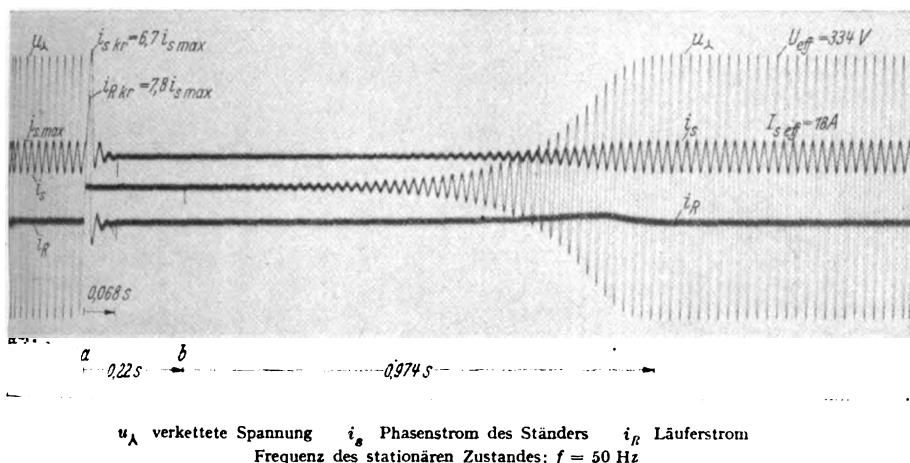


Abb. 1. Plötzlicher dreiphasiger Kurzschluß bei a und Aufhebung desselben bei b. Der Remanenzmagnetismus wirkt dann als Anregung und leitet den Aufschaukelvorgang ein.

Die Theorie dieses Generators wird für eine symmetrische Asynchronmaschine mit dreiphasigem Ständer und dreiphasigem Läufer aufgestellt. Es ergab sich, daß der Scheinwiderstand der Maschine im selbsterregten Zustand bei gegebener Kreisfrequenz durch die angeschlossene Kapazität und die Konstanten des Belastungskreises bedingt ist. Die einzelnen Veränderlichen zur Anpassung der Maschine an die verlangten Bedingungen sind die magnetische Sättigung ihres magnetischen Kreises und der Schlupf, der sich bei vorgegebener Kreisfrequenz der Ständer-schwingungen nur mit der Kreisfrequenz der Rotation verändern kann. Aus den Scheinwiderstandsgleichungen ergeben sich die kennzeichnenden Größen: Schlupf, Kreisfrequenz der Rotation und Sättigungszustand des magnetischen Kreises. Mit der Kenntnis des Sättigungszustandes erhält man unter Zuhilfenahme der Magnetisierungskurve die Ströme der Ständer-schwingungen, die Klemmenspannung und den Läuferstrom. Weiter ergeben sich die Bedingungen für Selbsterregung und die Belastungsgrenze, bei der die Schwingungen abreißen. Als Anwendungen der aufgestellten Theorie wurden verschiedene Belastungszustände untersucht und die entsprechenden Scheinwiderstands- und Stromdiagramme betrachtet. Diese theoretischen Ergebnisse werden weiter mit Versuchsergebnissen verglichen. Die theoretischen Scheinwiderstandsdiagramme werden durch den Versuch vollständig bestätigt; die theoretischen und experimentellen Stromdiagramme fallen aber nicht zusammen wegen der in der Theorie nicht berücksichtigten Eisenverluste und der Veränderungen des Kopplungsfaktors.

Aus dem Stromdiagramm bei rein ohmscher Belastung ergeben sich unmittelbar der Kondensator- und der Belastungsstrom. Bei entsprechendem Spannungsmaßstab stellt dieses Stromdiagramm gleichzeitig die äußere Kennlinie des Generators dar. Die Strom- und Spannungskurven sind oszillographisch aufgenommen worden. Weiter wird in der Arbeit auf den plötzlichen Kurzschluß des Generators an Hand von Oszillogrammen hingewiesen. Das Oszillogramm (Abb. 1) stellt zwei Ausgleichsvorgänge dar: die freien Schwingungen nach dem Kurzschluß und den darauffolgenden Aufschaukelvorgang nach Kurzschlußaufhebung. Es drückt das „elastische Verhalten“ des selbsterregten Asynchrongenerators aus, welches in scharfem Gegensatz zu der bekannten „Starrheit“ des Synchrongenerators steht. [C. F. Moncada, Arch. Elektrotechn. 32 (1938) H. 1, S. 1; 27 S., 21 Abb.]

621. 313. 322. 014. 3-82 **Unsymmetrischer Kurzschluß an Wasserkraftgeneratoren bei kapazitiver Belastung.** — Anlaß zu diesen Untersuchungen war die Tatsache, daß beim zweiphasigen Kurzschluß eines über einen Transformator an eine Fernleitung angeschlossenen Wasserkraftgenerators ohne Dämpferkäfig der Überspannungsableiter der gesunden Phase wiederholt beschädigt oder zerstört wurde. Daraus wird auf das Vorhandensein stationärer Überspannungen in der gesunden Phase geschlossen und diese als Folge von Resonanzerscheinungen zwischen der Längs- und Querreaktanz des Generators x_l , x_q und des kapazitiven Blindwiderstandes der Fernleitung x_c mit der Grundwelle der Spannung oder einer ihrer Oberwellen gedeutet. Resonanz tritt ein, wenn für

$$\frac{x_c}{\sqrt{x_l \cdot x_q}} = n^2$$

n eine ganze, ungerade Zahl (die Ordnungszahl einer Oberwelle) wird. An Hand von Oszillogrammen, die zunächst bei unbelasteter Leitung mit reduzierter Spannung für verschiedene Leitungslängen (Leitungskapazitäten) aufgenommen wurden, wird die Übereinstimmung mit der obigen Deutung nachgewiesen. Weitere Versuche zeigen, daß ein Generator mit Dämpferkäfig, ein Asynchronmotor oder auch ein ohmscher Widerstand am anderen Ende der Leitung angeschlossen auf die Überspannungen stark dämpfend wirken, eine Drossel

jedoch von geringem Einfluß ist. In einem Anhang wird eine analytische Nachrechnung für den Fall der unbelasteten Leitung versucht. [C. F. Wagner, Electr. Engng. 56 (1937) S. 1385; 11 S., 13 Abb.] G. L.

621. 313. 333. 025. 1 **Zur Berechnung des einphasigen Induktionsmotors.** — Die zur Berechnung des einphasigen Induktionsmotors erforderlichen Gleichungen werden mit Hilfe der Quersfeldtheorie gefunden. Das Berechnungsverfahren, theoretisch vollkommen bis auf die Behandlung der Eisenverluste, die mathematisch exakt nicht erfaßt werden können, führt zu komplexen Zahlenrechnungen. Zur Vereinfachung der Berechnung wird ein Näherungsverfahren angegeben, dessen Brauchbarkeit durch Vergleich von Berechnung und Messung nachgewiesen wird. Von besonderer praktischer Bedeutung ist eine für das maximale Drehmoment des Motors entwickelte Gleichung, die den Zusammenhang zwischen dieser für den Entwurf maßgebenden Größe und den Konstanten des Motors angibt. [A. F. Puchstein u. T. C. Lloyd, Electr. Engng. 56 (1937) S. 1277; 7 1/2 S., 6 Abb.] Ray.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

620. 19 : 621. 315. 212. 4. 021 **Chemische Selbstkorrosionen an Fernkabeln.** — An dem vor rd. 10 Jahren verlegten, 166-paarigen Fernkabel Wien—Gloggnitz—Bruck a. d. Mur sind während der Jahre 1935/1936 gelegentlich des Einbaues von Pupinspulen Korrosionen festgestellt worden, über die Hans Jokisch, Wien, berichtet. Das Kabel ist auf der Strecke Wien—Gloggnitz an 77 Stellen und auf der Strecke Gloggnitz—Bruck a. d. Mur an annähernd ebensovielen Stellen freigelegt worden. Während sich der Kabelmantel auf der zuletzt genannten Strecke nirgends beschädigt gezeigt hat, ist er auf der Strecke Wien—Gloggnitz an 15 der freigelegten Stellen verhältnismäßig stark korrodiert vorgefunden worden, so daß eine eingehende Untersuchung für notwendig erachtet worden ist. Im Ortsgebiet Wien liegt das Kabel lange Strecken im Gleichlauf mit der städtischen Straßenbahn, außerhalb des Stadtgebietes verläuft es neben der elektrischen Bahn Wien—Baden, die das Kabel an 4 Stellen kreuzt. Die städtische Straßenbahn wird mit 550 V Gleichstrom betrieben, die Bahn

Wien—Baden im Ortsgebiet von Wien mit der gleichen Stromart und Spannung, außerhalb Wiens mit $16\frac{2}{3}$ periodigem Wechselstrom und 750 V Spannung. Die an den einzelnen Stellen des Fernkabels vorgefundenen Korrosionserscheinungen waren überall die gleichen. Der Bleimantel zeigte graubraune bis gelblichweiße Flecken und Grübchen, und die Korrosionsstellen maßen bis zu 5 cm im Durchmesser. An mehreren Stellen konnten kraterförmige Vertiefungen festgestellt werden. Auffallend war an verschiedenen Stellen die Anordnung der Korrosionsflecken. Sie bildeten in ihrer Gesamtheit schräg über dem Bleimantel verlaufende Streifen, die der Faseranordnung der über dem Bleimantel liegenden Juteschicht entsprachen. Die Eisenarmierung war nur an einigen Fehlerstellen des Kabels korrodiert. Rohrstrommessungen ergaben in dem Kabelmantel einen Stromfluß von beträchtlich weniger als 100 mA. Die festgestellten Erdströme zeigten sich deutlich abhängig von dem Zugverkehr auf der Bahn Wien—Baden und hielten sich in der Größenordnung von $1,4 \cdot 10^{-6}$ A. Das Korrosionsprodukt war ein Gemisch von Bleioxyd und Bleikarbonat mit einem geringen Gehalt an Bleisulfat und Bleichlorid. Das Wasser, das das umgebende Erdreich durchsetzte, enthielt im Liter 33,6 mg Natriumsulfat und 30,9 mg Chlornatrium. Nach Ansicht des Verfassers ist die Ursache der Korrosion allein in der Beschaffenheit der Compoundierungsmasse zu erblicken, die zur Herstellung des Kabels verwendet worden ist. Offenbar stellt die Masse ein sehr unreines Erzeugnis dar und ist stark phenolhaltig. Um die Gefahr ähnlicher Korrosionen für die Zukunft auszuschließen, hat die Österreichische Telegraphen-Verwaltung im Jahre 1937 die Lieferbedingungen für Kabel dahin abgeändert, daß jetzt keine Teere und Teerprodukte mehr zur Herstellung ihrer Kabel verwendet werden dürfen. Die von Seiten solcher Produkte drohenden Korrosionsgefahren werden aber nicht für groß gehalten, denn an keiner Korrosionsstelle des behandelten Kabels sind Korrosionskrater von mehr als 0,2 mm Tiefe festgestellt worden. Bedenkt man, daß das Kabel schon rd. 10 Jahre verlegt ist, dann ist kaum anzunehmen, daß es in absehbarer Zeit betriebsunbrauchbar werden wird. [H. Jokisch, Europ. Fernsprechdienst (1937) H. 47, S. 262; $2\frac{1}{2}$ S., 2 Abb.] Hnl.

621. 319. 4. 062 : 621. 316. 1. 072. 2 Parallel-Kondensatoren mit selbsttätiger Zu- und Abschaltung. — Die Pennsylvania Power & Light Company (V. S. Amerika) verwendet in einem ihrer 11/4 kV-Überlandnetze sich selbsttätig zu- und abschaltende Parallel-Kondensatoren mit dem Zweck, die Farmerbetriebe, die wegen ihrer Milchkühl- und (elektrisch geheizten) Brutanlagen sehr empfindlich gegen Unterbrechungen sind, auch bei Netz-Störungen- und -abschaltungen mit ausreichender Spannung weiter beliefern zu können. Das ursprünglich als Strahlennetz betriebene Netz mit nur einer Einspeisung wurde zu diesem Zwecke durch Querleitungen vermascht, mit entsprechenden Schaltern und einem Wahlschutz ausgerüstet. Die mit Hilfe von Spannungsrelais auf der 4,6/4 kV-Seite in den Unterstationen sich selbsttätig zu- und abschaltenden Kondensatoren von insgesamt 720 kVA sind so berechnet und im Netz verteilt, daß bei allen praktisch vorkommenden Schaltzuständen der Netze, also auch bei Ausfall von Leitungen durch Störungen oder Überholungsarbeiten, bei allen Abnehmern sowohl der 11- als auch 4 kV-Netze stets ausreichende Spannung¹⁾ vorhanden ist. Damit bei kurzzeitigen Spannungsschwankungen unnötige Schaltungen der Kondensatoren unterbleiben, arbeitet die Schaltung mit Zeitverzögerungen von 30 bis 60 s. Bei Unterteilung der Kondensatoren einer Unterstation in zwei Regaleinheiten wird nur ein Spannungsrelais verwendet; dabei sind die Schalter der Regaleinheiten derart verzögert und elektrisch gegeneinander verriegelt, daß sich bei abgesunkener Netzspannung zuerst die eine Einheit und die zweite erst dann zuschaltet, wenn die Spannung nach Zuschaltung der ersten Einheit noch immer zu niedrig ist, die Kontakte des Spannungsrelais also geschlossen bleiben.

(Anm. d. Ber.: Die deutsche Praxis bevorzugt die Verwendung sich selbsttätig zu- und abschaltender Kondensatoren in den Niederspannungsnetzen mit einem Kondensatorrelais²⁾, das die Kondensatoren bei Bedürfnis nach Anlagen-Stromentlastung und bzw. oder Spannungsstützung zu-, beim Aufhören beider Bedürfnisse wieder abschaltet. Dieses Verfahren nutzt die Tatsache, daß die Spannungsstützwirkung von Kondensatoren unabhängig von der Leitungslänge ist; es hat den Vorteil, die Kondensatoren für beide Zwecke, Anlagenstromentlastung und Spannungshaltung, gleichzeitig auszu-

nutzen und durch Kompensierung des Blindstromes dicht bei den Verbrauchern einen Bestwert an Anlagekosten- und Verlustminderung zu erzielen.) [E. H. Hoehn, Electr. Wld., N. Y. 108 (1937) S. 38; $3\frac{1}{2}$ S., 6 Abb.] H. Schz.

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 2 : 621. 315. 2 Kondensatorkegel für die Kabelprüfung. — Der Kondensatorkegel bildet ein wertvolles Hilfsmittel bei der Prüfung von Hochspannungskabeln im Werk, solange die Kabelenden noch freiliegen. Seine Anwendung schafft die im einzelnen Fall gewünschte Verteilung des Potentialverlaufs zwischen dem Leiterende und dem abgesetzten Bleimantel. Auch für Kabelendverschlüsse und -muffen eignet sich der Kondensatorkegel zur Potentialstaffelung, ferner lassen sich damit kapazitive Ableitungen zum Betrieb von Schutzrelais und Trägerstrom-Kopplungskondensatoren für Nachrichten zwecke schaffen. Der Aufbau von Kondensatorkegeln ist von J. K. Webb in der englischen Ausgabe der Zeitschrift Electr. Commun. 12 (1933) S. 92 beschrieben. Abb. 2 zeigt den

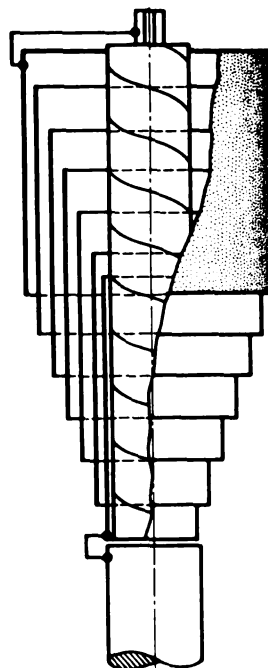
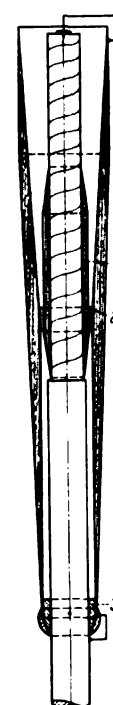


Abb. 2. Grundsätzlicher Aufbau des Kondensatorkegels.



- 1 Verstärkte Isolierung
 - 2 Ende des Erdschirmes
 - 3 Leinenbandpackung mit gummiertem Band bewickelt, um Auslaufen der Füllmasse zu vermeiden.
- 1 Vor dem endgültigen Abbinden muß die Füllmasse alle Luftschlüsse verdrängt haben.

Abb. 3. Verstärkte Isolierung am Kabelende mit aufgesetztem Kegel. Dieser verstärkt das Ende und kann mit gewöhnlicher oder mit Spezialfüllmasse für Hochspannung gefüllt werden.

grundsätzlichen Aufbau des Kondensatorkegels. Er besteht aus einer größeren Anzahl von konaxialen, in der dargestellten Weise angeordneten, gegeneinander isolierten Metallzylindern, deren innerster mit dem Bleimantelende, deren äußerster mit dem Leiterende verbunden ist. Die zwischenliegenden Kapazitäten bestimmen den Potentialverlauf vom Leiter zum Bleimantel, und durch ihre geeignete Wahl läßt sich die gewünschte Potentialverteilung herbeiführen. Man wickelt in der Praxis den Kegel aus einer Papierbahn und legt dabei die Metallzylinder in Gestalt von Aluminium- oder Zinnfolien ein. Das fertige Gebilde wird getrocknet und getränkt. Beim Gebrauch wird der Hohlraum zwischen der freiliegenden Kabelisolation (s. Abb. 2) und der kegelförmig sich erweiternden inneren Begrenzungsfläche des Wickelkörpers mit einer flüssigen Isoliermasse gefüllt.

Zur Prüfung frei in der Luft liegender Kabelenden bei Hochspannungsversuchen usw. haben sich unter Einbeziehung eines Sicherheitsfaktors folgende Werte als geeignet erwiesen:

Gesamtlänge des Kegels in cm	42	63,5	127
Durchschlagsspannung in kV	90	140	270.

Man kann auch zwei oder mehr Kegel einen über den andern setzen und in Reihe schalten. Dann beträgt die gesamte Durchschlagspannung nur etwas weniger als die Summe der Durchschlagspannung jedes einzelnen Kegels, man kommt dabei auf geringeren Gesamtdurchmesser. Zwecks Wiederverwendbarkeit der Kegel werden sie in mit Füllmasse vergossenen Dosen geliefert, an deren Verschlußdeckel sie hängen.

¹⁾ Vgl. a. Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 27 (1936) S. 653; 28 (1937) S. 229.
²⁾ Vgl. ETZ 58 (1937) S. 711.

Die Beanspruchung der Füllmasse ist an der Kegelbasis am größten, sie gleicht der radialen Beanspruchung an der Außen-seite des Kabels multipliziert mit dem Verhältnis der zulässigen Beanspruchung der Papierisolation und der Füllmasse des Kabels. Bei üblichem Kabelöl, dessen Dielektrizitätskonstante $k = 2,3$ ist, während die des Kabeldielektrikums 3,8 beträgt (Verhältnis beider 1,65), ist der Durchschlagswert 9 kV/mm, so daß bei Verwendung solchen Kabelöls zum Füllen der Kegel die Mindestbeanspruchung des Kabels 5,5 kV/mm nicht überschreiten darf. Das entspricht dem 3- bis 4-fachen Wert der Beanspruchung bei Betriebsspannung je nach der Bauart des Kabels. Durch Verstärkung der festen Kabelisolation in der Nähe der Kegelbasis durch getränkte Bänder läßt sich die Ölbeanspruchung herabsetzen. Diese Verstärkungsbewicklung wird insbesondere nach dem Bleimantelende zu abgeschrägt und mit einer Erdabschirmung aus Bleidraht oder Metallfolie versehen (Abb. 3).

Die Beanspruchung des für die Füllung benutzten Öls ist eine Funktion seiner Dielektrizitätskonstante, deren Steigerung jedoch nicht ohne Rücksicht auf andere Gesichtspunkte gesehen darf. Bedeutsam ist vor allem ein sehr hoher Leistungsfaktor der Füllmasse. Die Kapazitäten je Längeneinheit der Füllmasse C_1 und der Kabelisolation zwischen Metallbelag des Kegels und Kabelleiter C_2 liegen in Reihe, und auf diese Kapazitäten verteilt sich die Spannung E . Bezeichnet man mit e_1 und e_2 die Teilspannungen und denkt man sich der erstgenannten Kapazität den Wirkleitwert G_1 parallelgeschaltet, so erhält man

$$\frac{e_1}{E} = \frac{1}{\sqrt{\frac{C_1^2}{C_2^2} \operatorname{Cosec}^2 \Phi + 2 \frac{C_1}{C_2} + 1}},$$

worin $\Phi = \frac{G_1}{\omega C_1}$ und $\omega = 2 \pi f$. Falls $C_1 \gg C_2$, ist der Strom praktisch konstant bei allen Werten von G_1 und man erhält $e_1/e_2 = C_2/C_1 \sin \Phi$. Die Beanspruchung S_1 und S_2 an der Unterbrecherfläche der Kabelisolation und der Kegel-füllmasse ist proportional e_1 bzw. e_2 , C_1 und C_2 sind proportional den Dielektrizitätskonstanten k_1 und k_2 . Somit wird $S_1/S_2 = k_2/k_1 \sin \Phi$. Mit $\sin \Phi = 1$ wird $S_1/S_2 = k_2/k_1$. In dem Maße, wie $\cos \Phi$ der Füllmasse ansteigt, vermindert sich $\sin \Phi$ und damit wird ihre Beanspruchung auf das ihr besser widerstehende Kabeldielektrikum übertragen. Geht die volle Beanspruchung auf die Kabelisolation über, so wird doch deren Normalbeanspruchung nicht überschritten. Es ist also $\sin \Phi$ der Reduktionsfaktor, der einen Maßstab für die übertragene Beanspruchung abgibt. Er ändert sich mit $\cos \Phi$ wie folgt:

$\cos \Phi = 0$	0,2	0,4	0,6	0,8	1
$\sin \Phi = 1$	0,98	0,92	0,8	0,6	0

Nitrobenzol z. B. hat $k = 34$ und $\cos \Phi = 0,98$ bei Lufttemperatur, seine Durchschlagfestigkeit ist etwa dieselbe wie die des Kabelöls, aber seine niedrige Viskosität macht es zur Kegelfüllung ungeeignet. Bewährt hat sich Halowax-Öl mit $k = 4,91$, Leistungsfaktor 0,57 bei 20° C (0,93 bei 60°) und 3,99 Viskositätseinheiten bei 20° C. Die Hauptschwierigkeit liegt darin, eine Füllmasse hohen Leistungsfaktors und hoher Viskosität zu finden. Eine mit C. C. 8 bezeichnete Füllmasse, welche die Konsistenz der Kabelfüllmasse hat, geruchlos, nicht betäubend und sauber zu verarbeiten ist und sich zu kurzzeitigen Durchschlagversuchen mit dreifacher Betriebsspannung eignet, hat folgende Eigenschaften:

Temperatur in °C	$\cos \Phi$ bei 50 Hz	Viskositätseinheiten
20	0,32	550
40	0,63	114
60	0,9	45

Die Dielektrizitätskonstante beträgt 5,82 und der Durchschlagswert 38 kV bei Anwendung einer 4 mm-Funkenstrecke. Eine weitere, bei Lufttemperatur plastische, zähe, klare, formbare Füllmasse mit $k = 3,8$ und dem Durchschlagswert 45 kV (bei 4 mm-Funkenstrecke) wird bei 15° C genügend flüssig, damit man sie in den Kegel gießen kann. Nach dem Abkühlen bildet sich eine glatte Haut, die leicht von Staub usw. gereinigt werden kann. Sie eignet sich besonders zum Abschließen von Kabelenden. Solche Massen sind anwendbar bei Kabelbeanspruchungen am Bleimantel von höchstens 11 kV/mm, was je nach der Kabelart dem 6- bis 8-fachen der Beanspruchung durch die Betriebsspannung entspricht. Bei kurzzeitigen Durchschlagversuchen berechnet man zunächst die Beanspruchung des Dielektrikums des Kabels unter Blei; falls diese 11 kV/mm

nicht übersteigt, kann ein mit Sondermasse gefüllter Kegel benutzt werden, den man unmittelbar über die Kabelisolation schiebt. Bei höherer Beanspruchung muß man dagegen die Isolierung wie angegeben durch Bewicklung verstärken. [J. K. Webb, Elektr. Nachr. Wes. 15 (1937) S. 362; 8 S., 8 Abb.] Eg.

621. 317. 723. 027. 3 Ein neuer Hochspannungsmesser für relative und absolute Messung. — Rogowski und Böcker beschreiben einen neuen Hochspannungsmesser (Abb. 4), der gegen die vorhandenen Ausführungsformen Vorteile aufweist. Die elektrostatischen Anziehungskräfte wirken auf die Meßplatte 2 eines im Preßgas befindlichen Thomsonschen Schutzringkondensators 1, 2 u. 3 und werden von einem elektrischen Druckmesser 4 (einer Induktionsmeßdose) angezeigt. Dies ermöglicht eine bequeme relative Messung der

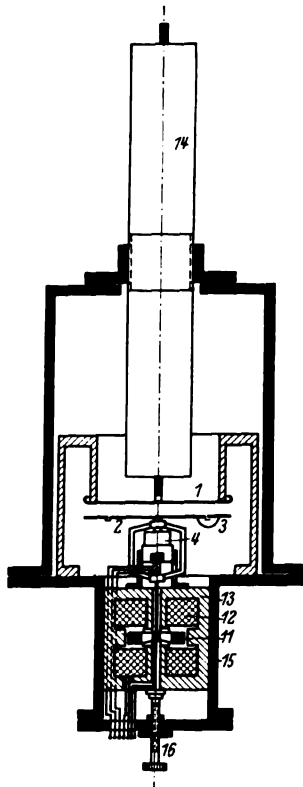


Abb. 4. Schnitt durch den neuen Hochspannungsmesser für relative und absolute Messung in Druckgasgehäusen.

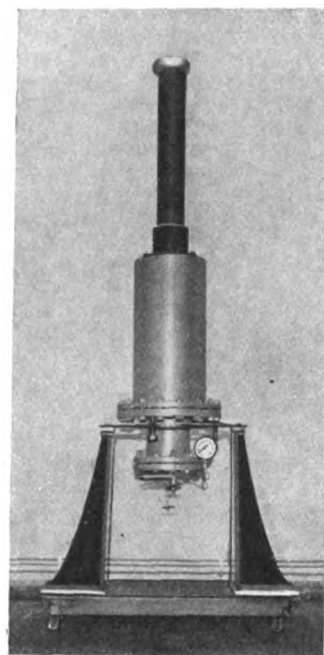


Abb. 5. Ein Hochspannungsmesser für 300 kV.

Hochspannung. Infolge des geringen Meßweges (1% des Abstandes der Elektrometerplatten) und seiner rechnerischen Erfassbarkeit ist ohne weiteres eine absolute Eichung möglich. Zur jederzeitigen absoluten Nachprüfung einer Messung sind außerdem mit dem System zwei Stromspulen 11, 12 zusammengebaut, deren Kraftwirkungen unmittelbar am Druckmesser angreifen. Die Vorteile des neuen Hochspannungsmessers sind: Unmittelbares Einspielen der Anzeige bei angelegter Spannung; keine Schwankungen, wie sie bei der Waage auftreten; jederzeit absoluter Vergleich der Messung; Meßweg von nur $\frac{1}{10}$ mm; magnetische und elektrische Beeinflussungsfreiheit des Systems von außen her; gefahrlose Messung, da die Ableseinstrumente sich fernab von der Hochspannung auf Erdpotential befinden. Kein Halbdunkel für die Ablesung. Besondere Beachtung verdient ferner die Möglichkeit des Ausbaues der Meßanordnung für sehr hohe Spannungen. Abb. 5 zeigt eine bisherige Ausführung des Hochspannungsmessers für 300 kV. [W. Rogowski u. H. Böcker, Arch. Elektrotechn. 32 (1938) H. 1, S. 44; 7½ S., 9 Abb.]

621. 317. 752 Punktweise Aufnahme von Wellenformen. — Im Anschluß an die Arbeiten von E. Orlich¹⁾, H. Hausrath²⁾ und H. Pfannenmüller³⁾, in denen die verschiedenartigen Geräte und Arbeitsweisen für punktweise Wellenform-Aufnahmen und die theoretischen Grundlagen und Eigenschaften

¹⁾ E. Orlich, Aufnahme und Analyse von Wechselstromkurven, Fr. Vieweg & Sohn: Braunschweig 1906, S. 13 u. 112.

²⁾ H. Hausrath, Apparate und Verfahren zur Aufnahme und Darstellung von Wechselstromkurven und elektrischen Schwingungen, Hachmeister & Thal: Leipzig 1913, S. 116.

³⁾ H. Pfannenmüller, Arch. techn. Messen V 3621—1 (Juli 1934).

(Kurzkontakt-, Differenz-, Kondensator- und Induktionsverfahren) ausführlich behandelt worden sind, berichtet W. Geyger über die entsprechenden Verfahren zur selbsttätigen Aufzeichnung der Wellenform von Wechselstromgrößen. Zunächst werden die verschiedenen von der Joubert-Scheibe ausgehenden Ausführungsarten der Kontaktmacher mit Schleif- bzw. Druckkontakten, phasenempfindlichen Gleichrichteranordnungen (z. B. Schwinggleichrichter), Induktionseinrichtungen („magnetische Kontakte“) oder Röhrenschaltungen und die bekannten Verfahren zur selbsttätigen Aufzeichnung der Wellenform beschrieben, die teils halb-, teils vollselbsttätig arbeiten. Anschließend werden neue Verfahren behandelt, bei denen entweder ein Lichtzeiger-Koordinatenschreiber oder ein Kompensations-Tintenschreiber angewendet wird. Einige nach den letztgenannten Verfahren ausgeführte Wellenformaufnahmen sind wiedergegeben, ein ausführliches Schrifttumverzeichnis ist beigelegt. [W. Geyger, Arch. techn. Messen V 3621—2 (1937) Lfg. 77; 4 S., 8 Abb.] *Ggr.*

Lichttechnik.

621. 327. 4. 032. 45. 001. 5 Ueber die Welligkeit der Lichtemission bei wechselstrombetriebenen Leuchtstoff-Entladungsröhren. — Im Laufe der Entwicklung der Entladungsröhren mit durch die Entladung angeregten Leuchtstoffen¹⁾, die in verschiedenen Farbtönen und auch in Weiß²⁾ ausführbar sind, konnte die Nachleuchtdauer der Leuchtstoffe so gesteigert werden, daß die Dunkelpausen der Entladung bei 50periodigem Wechselstrom mit praktischer Flimmerfreiheit überbrückt wurden.

E. G. Andresen untersuchte die Lichtschwankungen an Quecksilber-Niederdruckröhren mit Oxydelektroden, die innen mit Zinkberylliumsilikat- und Kadmiumsilikat-Leuchtstoffen belegt waren, bei Stromdichten von 35 und 70 mA/cm² durch Messung des Lichtverlaufes während einer Periode mittels einer stroboskopischen Scheibe und Selen-Sperrschichtzelle. Die sichtbare Strahlung einer Niederdruck-Entladungsröhre ohne Leuchtstoff zeigt eine starke Welligkeit, die während jeder Stromhalbwelle von Null bis zu einem Größtwert ansteigt und wieder auf Null abfällt; einen ganz ähnlichen Verlauf zeigt dabei die anregewichtige Resonanzstrahlung. Dagegen ist die Welligkeit mit Leuchtstoffen beträchtlich vermindert und weicht von dem vergleichsweise angegebenen Glühlampenverlauf nur wenig ab.

Interessant ist der Verlauf der einzelnen Strahlungsanteile; der Blau-Anteil weist eine starke Schwankung, die Rotstrahlung beinahe gar keine auf. Dieses neuartige „Farbenflimmern“ wird aber im Gegensatz zum Helligkeitsflimmern vom Auge nicht empfunden. Bei der zahlenmäßigen Auswertung ist zu beachten, daß der Welligkeitsgrad streng nur für sinusförmigen Verlauf der Lichtkurve gültig ist. Da das entsprechende Verhältnis von Wechsellichtmenge zur Gleichlichtmenge für das Flimmern keine Bedeutung hat, muß vielmehr die Funktion des zeitlichen Lichtstärkeverlaufes zur Kennzeichnung der Lichtschwankungen in einer Fourier-Reihe entwickelt und das Verhältnis des ersten zum nullten Fourier-Beiwert gebildet werden. Die so vorgenommene Auswertung zeigt, daß die Lichtschwankungen der Leuchtstoffröhren nur rd. $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{4}$ der Schwankungen einer reinen Quecksilber-Niederdruckentladung ausmachen und etwa in der Größenordnung der Glühlampenwerte liegen, womit die praktische Anwendbarkeit ohne Flimmern für Innenraumbeleuchtung bei 50 Hz nachgewiesen ist. [E. G. Andresen, Licht 7 (1937) S. 235; 3 $\frac{1}{2}$ S., 4 Abb.] *Tsch.*

Verkehrstechnik.

621. 331 : 625. 4. (438) Elektrisierung der Warschauer Vorortbahnen. — Warschau hatte bisher außer dem Hauptbahnhof für den Fernverkehr vier von einander getrennte

Vorortbahnhöfe. Um diese Kopfbahnhöfe untereinander zu verbinden, mußte eine etwa 7,6 km lange Tunnelstrecke gebaut werden. Da für diese Strecke nur elektrischer Betrieb in Frage kam, wurden gleichzeitig große Teile der Vorortstrecken für elektrischen Betrieb umgebaut (Abb. 6). Die Umstellung nähert sich jetzt ihrer Vollendung. Die elektrische Energie wird von den Kraftwerken in Pruszkow und Warschau mit 35 kV 50 Hz geliefert und in sechs Unterwerken mit Eisengleichrichtern in Gleichstrom 3300 V umgeformt. Mit Ausnahme der Gleichrichter und der Regel- und Schutz Einrichtungen sind die Unterwerke in Freiluftausführung gebaut. Sie werden von dem jeweils nächstliegenden Bahnhof aus ferngesteuert. In den Schaltstellen zwischen den Unterwerken wird die Wiedereinschaltvorrichtung der Schnellschalter von der Fahrdrachtspannung gespeist, wodurch Batterien und Ladeanlagen überflüssig sind. Die Fahrleitung in Vielfachaufhängung hat 2 Fahrdrähte von je 100 mm² Querschnitt aufgehängt an einem Tragseil aus Kadmium-Kupfer von 70 mm² Querschnitt. Der normale Mastabstand beträgt 72 m. Die Lokomotiven der Bauart Bo-Bo haben ein Dienstgewicht von 80 t und sind mit 4 Motoren von je 410 kW Stundenleistung ausgerüstet. Die Motoren haben Fremdlüftung neben einem eigenen Lüfter auf der Welle. Je zwei sind dauernd in Reihe geschaltet. Die elektropneu-

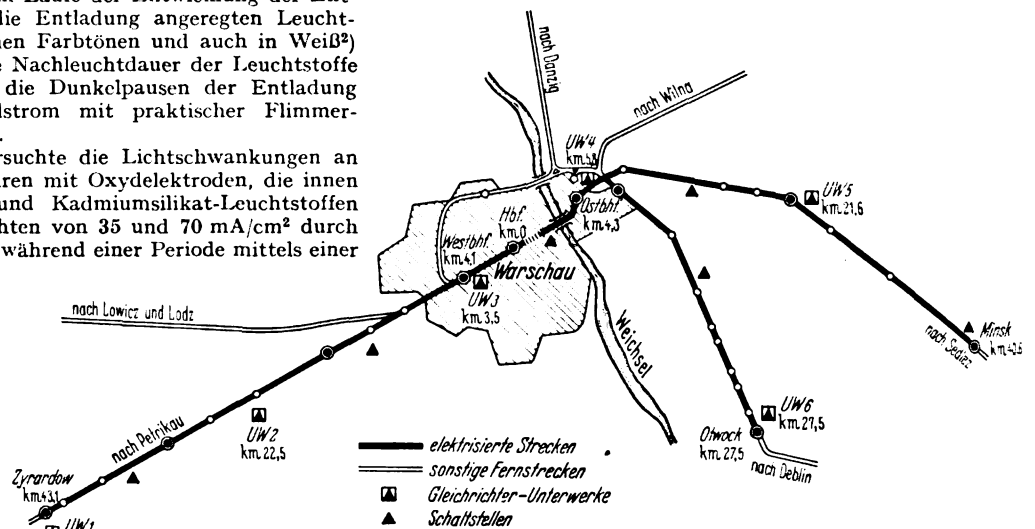


Abb. 6. Vorortstrecken von Warschau.

matische Schützensteuerung sieht 32 Anfahrstellungen und 3 Feldschwächungsstellungen vor. Für den Personenverkehr sind Triebwagenzüge aus Motorwagen und zwei Anhängern mit zusammen 272 Sitzplätzen vorhanden. Die vier selbstgelüfteten Motoren der Triebwagen haben eine Stundenleistung von je 149 kW. Die Steuerungseinrichtungen sind in zwei besonderen Abteilen im Wagenkasten untergebracht. Die motorgetriebene Nockenwalze kann von Hand durch den Steuer-schalter oder selbsttätig unter Verwendung eines Stromwächters gesteuert werden. Eine elektrische Verriegelung verhindert das Anfahren, solange die Bremsen angezogen und die Türen nicht vom Führerstand aus geschlossen sind. [Electr. Rev., Lond. 121 (1937) S. 589; 3 S., 8 Abb.] *Dit.*

621. 367 : 625. 15 Instandhaltung von Eisenbahnschienen durch den elektrischen Lichtbogen.

— In den V. S. Amerika hat man besondere Schweißmaschinen-sätze entwickelt, um abgenutzte Schienenenden durch Auftragschweißung auf der Strecke wieder instandsetzen zu können. Diese Sätze bestehen aus einem Schweißgenerator und einem Hilfsgenerator, angetrieben durch einen gemeinsamen Ottomotor. Der Hilfsgenerator speist Elektrowerkzeuge zum Bearbeiten der aufgetragenen Schweißstellen. Die Sätze werden entweder als Schienenfahrzeuge oder als Raupenschlepper gebaut. Letztere haben den Vorteil, von Arbeitsstelle zu Arbeitsstelle neben den Gleisen verfahren werden zu können, so daß diese immer frei sind. Die Schienenfahrzeuge sind mit einer Transportvorrichtung ausgerüstet, um sie leicht für die Zeit des Schweißens von den Schienen absetzen und zum Weiterfahren an die nächste Schweißstelle wieder rasch auf die Gleise aufsetzen zu können. Beim Schweißen wird zunächst eine Raupe am Ende der Schiene entlang gelegt und dann

¹⁾ M. Pirani u. A. Rüttenauer, Licht 5 (1935) S. 93; A. Rüttenauer, Licht 7 (1937) S. 1.

²⁾ A. Rüttenauer, Umschau 41 (1937) S. 340. Reiche Schrifttumshinweise in der Originalarbeit.

werden senkrecht dazu hin- und hergehend so viele Raupen aufgetragen, bis die abgenutzte Stelle aufgefüllt ist (Abb. 7). Gewöhnlicher C-Stahl läßt sich ohne weiteres mit blanken oder ummantelten Elektroden in dieser Weise aufschweißen. Mn-Stahl läßt sich ebenfalls auftragen, jedoch erfordert das Schweißen viel mehr Erfahrung. Vor allen Dingen kommt es darauf an, mit möglichst geringer Stromstärke die passende Elektrode zu verschweißen. Erfahrungen über eine Reihe von Jahren mit diesen Maschinen und dieser Arbeitsweise befriedigen sehr. Auch für andere Auftragschweißungen an Eisenbahnoberbauten haben sich beide technisch und wirtschaftlich bewährt. [J. L. Brown, Electr. J. 34 (1937) S. 357; 4 $\frac{1}{2}$ S., 6 Abb.] Wbl.

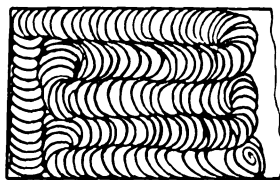


Abb. 7. Auftragschweißung auf einem Schienenende.

656. 027. 1 **Beziehung zwischen Höchstgeschwindigkeit und Reisezeit.** — Wird eine Strecke S auf ihrer ganzen Länge mit der höchstzulässigen Geschwindigkeit v_m befahren, so ergibt sich die kürzeste Fahrzeit $t_0 = S/v_m$. Beträgt die Fahrgeschwindigkeit statt des Höchstwertes v_m auf einem Teil S_1 der Strecke nur v_1 , so braucht der Zug eine Mehrzeit $\Delta t_1 = \frac{S_1}{v_1} - \frac{S_1}{v_m} = S_1 \frac{(v_m - v_1)}{v_m v_1}$. Während einer Beschleunigung oder Verzögerung ist die Fahrgeschwindigkeit ungleich. Es ist dann der Mittelwert einzusetzen. Für Abschnitte, auf denen die Beschleunigung oder Verzögerung als gleichbleibend angesehen werden kann, ist $v_1 = 0,5 (v_e + v_a)$, wobei v_a die Anfangs-, v_e die Endgeschwindigkeit ist. Bezeichnet $\sum t_h$ die Zeit aller Halte, so ergibt sich die gesamte „Mehrzeit“ auf einer Strecke zu

$$\Delta t = \frac{1}{v_m} \left(S_1 \frac{v_m - v_1}{v_1} + S_2 \frac{v_m - v_2}{v_2} + \dots + S_n \frac{v_m - v_n}{v_n} \right).$$

Mit $a = \frac{v_1}{v_m}$ und $\frac{(v_m - v_1)}{v_1} = \frac{(1 - a)}{a} = \gamma$ ist

$$\Delta t = \frac{1}{v_m} (\gamma_1 S_1 + \gamma_2 S_2 + \dots + \gamma_n S_n).$$

Man kann γ für die verschiedenen Werte von a als Hyperbel berechnen und zu jedem $v/v_m = a$ das γ finden. Führt man eine Strecke mit $v = 90$ statt $v_m = 100$ km/h, so ist $a = 90/100 = 0,9$ und der Mehrzeitfaktor $\gamma = \frac{1 - 0,9}{0,9} = 0,111$. (Anm. d. Ber.: In dem Aufsatz ist auf Seite 586 durch Druckfehler 0,1 statt 0,111 gesetzt.) Ist die mit der Einschränkung zu durchfahrende Strecke $S = 10$ km, so ist die Mehrzeit $\Delta t = \gamma S/v_m = 0,111 \cdot 10/100 = 0,0111$ Stunden oder 40 Sekunden. An Hand dieser einfachen Rechnungsart wird die Mehrzeit für verschiedene Beschleunigungen und ferner für eine bestimmte Strecke berechnet. Schließlich werden Richtlinien für die Betriebsart der Fahrzeuge in zehn Sätzen — die zwar an sich nicht neu sind, aber in ihrer Zusammenstellung großen Wert besitzen — angegeben. [Bodmer, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 28 (1937) S. 585; 3 S., 2 Abb.] Ko.

Fernmeldetechnik.

621. 396. 5. 029. 6 (42) **Neun-Kanal-Ultra-Kurzwellen-Telephonie in England.** — Im September vorigen Jahres wurde in England, auf der Kanalstrecke zwischen Ballymartin, Belfast und Portpatrick, Stranraer, eine UKW-Telephonanlage eingeweiht und dem öffentlichen Betrieb übergeben. Diese Anlage dient der Groß-Entfernungs-telephonie zwischen Nordirland, England und dem übrigen europäischen Telephonnetz. An den langjährigen Versuchen war maßgebend die Britische Post beteiligt.

Obwohl der Gebrauch von Ultrakurzwellen für kommerzielle Telephonie nicht neu ist und Versuche der Britischen Post schon vor 1932 stattfanden, ist dieses die erste UKW-Telephonanlage in England oder sogar in der Welt, mit der gleichzeitig 9 Gespräche, in 9 Kanälen auf einem UKW-Träger geführt werden können.

Sende- und Empfangsanlagen sind für unbeaufsichtigten Betrieb gebaut. Sie arbeiten vollautomatisch und gestatten eine Fernkontrolle vom nächsten Postamt aus. Die Anordnung bekommt ihre Spannung aus dem öffentlichen Netz, die einzige vorhandene Batterie speist lediglich die Relais. Eine Diesel-Dynamoanlage ist so angeordnet, daß bei Ausfall der Netzspannung, kaum eine Minute später, Sende- sowie Empfangsanlage von dieser mit Spannung versorgt werden und infolgedessen keine Betriebsstörungen auftreten.

Das Prinzip des Senders ist folgendes: Die Kanalfrequenzen liegen in der Größenordnung von 150 bis 300 kHz. Die Kanalfrequenz des ersten Kanals beträgt 155 kHz und wird mit der Sprachfrequenz f_1 moduliert. Die Kanalfrequenz von Kanal 2 hat 165 kHz und wird mit f_2 moduliert und so fort bis zum neunten Kanal. Die Trägerfrequenz des UKW-Senders beträgt 76 000 kHz und wird mit der Summe der 9 Bandbreiten d. h. ungefähr 300 kHz moduliert. Für die Rücktelephonie wird ein UKW-Träger von 83 000 kHz benutzt. Um Interferenzen zwischen Sende- und Empfangswelle zu vermeiden, sind Sende- und Empfangsantenne einer Station verschieden polarisiert. Ist die Sendeantenne vertikal polarisiert, so ist die Empfangsantenne horizontal polarisiert. Der Sendersender des UKW-Trägers ist kristallgesteuert, ebenso der Oszillator des Empfangssuperhets. Im Empfangssuperhet wird die Summe der Kanalfrequenzen nach dem zweiten Detektor neun hochselektiven Bandfiltern zugeführt, ausgesiebt, gleichgerichtet, verstärkt und die ursprüngliche Sprachfrequenz auf die entsprechende Leitung gegeben. Es ist leicht, neun Kanäle zu mischen, aber schwierig, sie wieder zu trennen. Der besondere Entwurf von Kanalselektionskreisen ist erforderlich gewesen, wodurch erst der Bau der Anlage ermöglicht wurde. Auf den beiden Gegenstationen sind Sende- und Empfangssätze doppelt vorhanden, welche bei Ausfallen einer Röhre automatisch in Betrieb gesetzt werden.

Anläßlich der Eröffnung der Anlage wurde betont, daß die Anlage sehr gut arbeite und nur die Beharrlichkeit der englischen Postbehörde zu diesem Erfolg verholfen habe. Die Stürme im letzten Jahre hätten der englischen Postbehörde allein weit über 3 Mill RM an Ausbesserungen der Telephonkabel und -leitungen gekostet. Es ist beabsichtigt, weitere 18 Ultrakurzwellen-Telephonanlagen mit Mehrkanalmodulationen über den Englischen Kanal in Auftrag zu geben. [Electrician 119 (1937) S. 257; 1 S., 2 Abb.] ig.

621. 396. 72. 029. 63. 001. 4 **Eine neue drahtlose Verbindung auf Dezimeterwellen in Holland.** — Nachdem die wesentlichen Bedingungen für eine Dezimeterwellenverbindung in Vorversuchen mit einer 125 cm-Welle genügend geklärt waren, wurde in Holland neuerdings mit wesentlich kürzeren Wellen eine Funkverbindung errichtet. Die Endpunkte der Versuchsstrecke befanden sich 50 km voneinander entfernt auf hochgelegenen Punkten, deren direkte Verbindungslinie überall mindestens 10 m über den höchsten Baumspitzen und Häusern verlief. Der Sender benutzt eine Magnetfeldröhre, die eine Welle von 25 cm erzeugt. Zur Verstärkung und Bündelung der abgestrahlten Energie wird ebenso wie auf der Empfangsseite ein rotationsparabolischer Reflektor benutzt, in dessen Brennpunkt die Antennen angeordnet werden. Seine Verstärkung beträgt roh $\frac{\pi R}{\lambda}$ (R Öffnungsradius, λ Wellenlänge); der Öffnungswinkel des Strahlungskegels ist bei dieser Welle bei einem 3 m-Reflektor etwa 11° .

Zur Beeinflussung des Senders wird ein aus der Bildtelegraphie bekanntes Modulationsverfahren angewandt. Es wird nicht die Amplitude der Trägerschwingung, sondern die Zeit, während welcher der Sender schwingt, im Rhythmus der niederfrequenten Modulationsimpulse geändert. Die Umwandlung der niederfrequenten Amplitudenänderungen in zeitmodulierte Impulse geschieht wie folgt: In der Modulationsstufe des Senders wird im Modulationsrohr der niederfrequenten Modulationsspannung gitterseitig eine Hilfsfrequenz von angenäherter Dreiecksform additiv hinzugesetzt. Der resultierende Amplitudenverlauf am Gitter wird so eingestellt, daß bei dem Nullwert der niederfrequenten Modulationsspannung der Schwellwert des Schwingungseinsatzes beim Sender mit der Spitze der Dreiecksspannung gerade überschritten wird. Der Sender schwingt also kurzzeitig an, und mit wachsender Amplitude der Modulationsspannung schwingt er immer längere Zeiten, bis er bei maximaler Amplitude überhaupt nicht mehr abreißt. Er liefert also bereits zeitmodulierte Schwingungen. Noch vorhandene Amplitudenunterschiede werden in einer dem Modulationsgitter parallel geschalteten Begrenzerstufe aus-

geglichen, so daß der Sender zeitmodulierte Schwingungen konstanter Amplitude aussendet.

Die mittlere hochfrequente Energie ist stets der augenblicklichen Amplitude der niederfrequenten Wechselspannung proportional, so daß im Empfänger wieder Amplitudenschwankungen im Rhythmus der Modulationsimpulse erfolgen. Der Vorteil der Zeitmodulation ist der, daß weder die diskontinuierliche Modulationskennlinie noch die übliche starke Frequenzabhängigkeit von der Anodenspannung eines Magnetfeldröhrensenders die geringste Rolle spielen. Auf der Empfangsseite wurde das Überlagerungsprinzip angewendet. Einer auf 25 cm abgestimmten Diode wurde außer der Empfangswelle eine Hilfswelle von etwa fünffacher Länge überlagert. Durch Interferenz der Empfangswelle mit der fünften Harmonischen der Hilfswelle entsteht hinter der Diode eine Zwischenfrequenz von etwa 7,5 MHz. Nach einem Zwischenfrequenzverstärker entsprechender Bandbreite wird die Modulationsfrequenz nach nochmaliger Gleichrichtung abgenommen. Die Anwendung des Überlagerungsprinzips setzt voraus, daß Empfänger- und Senderfrequenz weitgehend stabilisiert werden, damit die Zwischenfrequenz nicht ein zu breites Band einnimmt. Mit einem Reflektor von 1 m Dmr. an der Empfangsseite war befriedigende Telephonieübertragung möglich; für Telegraphie genügt ein Empfänger ohne Reflektor. Zahlreiche Abbildungen, insbesondere über die technische Ausführung der Anlage, erläutern den Text. [Von Lindern u. de Vries, Philips techn. Rdsch. 2 (1937) S. 299; 7 1/2 S., 15 Abb.] Grs.

621. 396. 623. 7 (44) Großlautsprecheranlage in Paris. — Für die Darbietungen des „Wahren Mysteriums der Passion“ auf dem Place du Parvis vor der Kathedrale Notre Dame in Paris wurde eine Großlautsprecheranlage errichtet, die sich in gewissem Umfang aus dem Rahmen üblicher Anlagen heraushebt. Es kam darauf an, das vor der Kathedrale sich abspielende szenische Geschehen mit Einschluß von musikalischen Zwischenspielen auf einen freien Platz von 150 m Länge und 90 m Breite zu übertragen, auf dem 10 000 Zuschauer auf Stuhlreihen Platz nehmen. Um die Bühnenwirkung der Darbietungen nicht zu zerstören, hat man eine vorwiegend zentrale Versorgungsart unter Benutzung von Nah- und Fernstrahlern gewählt. Die hinteren und mittleren Plätze werden von einem großen und von mehreren mittleren Trichterlautsprechern versorgt, die in 25 bis 50 m Höhe an der Vorderseite der Kathedrale verdeckt angeordnet sind. Im übrigen wurden kleinere Einheiten üblicher Bauart benutzt. Für die Schallaufnahme sind 30 Mikrophone an geeigneten Stellen des vor dem Eingang der Kathedrale liegenden Bühnenraumes verteilt worden. Sie können durch eine umfangreiche Schaltanordnung zu geeigneten Gruppen zusammengefaßt und auf die Verstärker und Lautsprecher verteilt werden. [G. Meunier, Elektr. Nachr.-Wes. 15 (1937) S. 258; 8 S., 3 Abb.] Tg.

621. 396. 97 + 621. 397 (437) Vom tschechoslowakischen Rundfunk. — Die Zahl der Rundfunkteilnehmer hat Ende 1937 die erste Million überschritten. Das Gesetz gegen Rundfunkstörungen ist noch nicht zur Annahme gelangt, nachdem seitens der Starkstromindustrie Einwände erhoben wurden. Das Post- und Telegraphen-Ministerium geht deshalb an eine Umarbeitung. Geplant ist die Errichtung eines Kurzwellensenders auf dem böhmisch-mährischen Höhenzug; der erste ist in Podebrady errichtet. Das elektrische Fernsehen steht in der Tschechoslowakei noch immer im Versuchsstadium. Ein Fernsehsender zu Versuchszwecken ist im Gebäude der Prager Telephonzentrale untergebracht. Wenn die Versuche günstig ausfallen, will man zum Bau eines großen Fernsehsenders schreiten. Im Zusammenhang damit sei berichtet, daß die Ultra-Kurzwellen des Senders Witzleben sowohl auf der Bild- als auch auf der Tonwelle selbst bei ungünstigster Nebelwitterung von Prof. Färber auf der Plattform des Turmes auf dem Schneeberg bei Bodenbach nachgewiesen werden konnten. Der Schneeberg (721 m ü. M.) ist vom Sender Witzleben über 200 km entfernt und befindet sich damit außerhalb der optischen Sichtweite. G.W.M.

Allgemeiner Maschinenbau.

533. 6. 07 : 621. 24. 01 Aerodynamische Versuchsanlagen für hydraulische Maschinen. — Solange die Strömungsgeschwindigkeit der Luft klein ist gegen die Schallgeschwindigkeit, hat die Kompressibilität der Luft einen praktisch so geringen Einfluß, daß die Strömung die gleiche ist wie

die von Wasser, vorausgesetzt, daß neben völliger geometrischer Ähnlichkeit auch noch die gleiche Reynoldssche Zahl eingehalten ist. C. Keller zeigt in drei Schaubildern, wie groß die gegebenenfalls bezüglich Dichte, Staudruck, Auftriebsbeiwert anzubringenden Korrekturen wären. Diese Überlegungen führten bei Escher Wyss zur Schaffung eines Versuchsstandes für Wasserturbinenmodelle mit Luft als Strömungsmittel. Stehen bei gleicher Modellgröße die Strömungsgeschwindigkeiten im gleichen Verhältnis wie die kinematischen Zähigkeiten, so werden bei Betrieb solcher Modelle mit Wasser wie mit Luft die gleichen Reynoldsschen Zahlen erreicht. Die etwa 12mal größere kinematische Zähigkeit der Luft muß also durch eine etwa 12mal größere Betriebsgeschwindigkeit mit Luft ausgeglichen werden. Die dabei erreichten Strömungsgeschwindigkeiten fallen aber meist noch in das Gebiet des vernachlässigbaren oder mindestens leicht berücksichtgbaren Kompressibilitätseinflusses. Der Betrieb mit Luft ergibt den Vorteil billigerer Modelle der Turbinenanlagen, da hierbei Holz als Werkstoff verwendet werden kann; nötige Abdichtungen sind leichter durchzuführen. Da Beruhigungsstrecken kleiner gehalten werden können, ergeben sich auch wesentlich kleinere Abmessungen der gesamten Versuchsanordnung. Auch die Möglichkeit des waagerechten Aufbaues ist von Bedeutung. Die Schwierigkeit der Messung von Drücken infolge der Möglichkeit der Bildung von Luftsäcken bei mit Wasser betriebenen Modellen entfällt. Vergleichsversuche mit Wasser und Luft ergaben gute Übereinstimmung. In der Versuchsanlage konnten Druckverteilungsmessungen an den Flügelprofilen von Kaplan- und Francis-Turbinen durchgeführt werden, die bei Verwendung von Wasser sich viel schwieriger gestaltet hätten. Aus den Unterdrücken kann auch beim Versuch mit Luft auf das Einsetzen der Kavitation geschlossen werden. Versuche im Kavitationsgebiet selbst sind selbstverständlich bei Betrieb mit Luft nicht möglich. [C. Keller, Schweiz. Bauztg. 110 (1937) S. 203; 6 S., 14 Abb.] F. Wg.

Verschiedenes.

Preis Ausschreiben der Siemens-Ring-Stiftung. — Der Stiftungsrat der Siemens-Ring-Stiftung hat ein Preis Ausschreiben erlassen, das erstmalig in diesem Jahre durchgeführt und 1939 und 1940 wiederholt wird. Ein jährlich zu verteilender Preis von 1000 RM wird ausgesetzt für die beste Biographie eines verstorbenen großen deutschstämmigen Ingenieurs. Einreichungstermin für die erste Arbeit ist der 1. 9. 1938. Die näheren Bedingungen des Preis Ausschreibens sind durch die Geschäftsstelle der Siemens-Ring-Stiftung, Berlin NW 7, Ingenieurhaus, zu erfahren.

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

622. 32 (063) Mineralöltagung vom 2./3. 12. 1937. — Herr L. Ubbelohde hob in seiner Ansprache den hohen Wert der Zweck- und reinen Forschung in den Problemen der Mineralölchemie, die vom Leben gestellt werden, hervor. Um die Aufschließung der deutschen Erdölgebiete für den Staat und die Industrie wirtschaftlicher zu gestalten, ist man nach den Ausführungen von Herrn Barsch dazu übergegangen, die geophysikalisch ermittelten erdölhaltigen Strukturen im Untergrund als Grundlage für die Vergebung der Erdölkonzessionen zu machen. Herr Deicher zeigte an Beispielen im Nienhager Feld die hohe Bedeutung elektrischer Widerstands- und Porositätsmessungen in der Ölsandzone für die Erkenntnis des richtigen Aufbaus der Lagerstätten. Als Unterlage für alle späteren Maßnahmen und Entscheidungen seien sie unerlässlich. Am weitesten fortgeschritten ist das Schlumberger-Verfahren¹⁾. Ein in der Erprobung befindliches Verfahren ist das von Herrn Martienssen entwickelte Hochfrequenzmeßverfahren, bei dem die Elektrizitätskonstante verschiedener Stoffe gemessen wird. Auch bei diesem Verfahren werden Elektroden an einem Kabel in das Bohrloch hinabgelassen und rufen bei dem Vorbeiführen an verschiedenen Gebirgsschichten entsprechend ihrem Inhalt oder Aufbau verschiedene Änderungen der Frequenz hervor, die über Tage mit Lautsprecher abgehört oder mit Frequenzmesser aufgeschrieben werden. Herr Finsterwalder berichtete über die Anordnung und Betriebsbewährung der neu entwickelten 2-B-2 Diesel-Dreizylinder-Schnellzuglokomotive mit unmittelbarem Antrieb für leichten Schnellzugdienst bis zu 110 km/h. Pge.

¹⁾ ETZ 58 (1937) S. 50.

AUS ERZEUGUNG UND VERBRAUCH.

Aus den Jahresberichten deutscher Elektrizitätswerke¹⁾.

621. 311. I. 003

Zu Nr. 22. VEW Vereinigte Elektrizitätswerke Westfalen. Die nutzbare Stromabgabe betrug 696,613 (579,482) Mill kWh (Steigerung etwa 20,25%). Die Zahl der Gefolgschaftsmitglieder stellte sich auf 5550 (5483), zuzüglich 471 (451) Pensionäre bei den VEW. Aus dem Reingewinn wurde 1 100 000 RM Körperschaftsteuer für die Gesellschaftergemeinden unmittelbar abgezweigt und aus dem Rest des Reingewinns von 3,041 Mill RM die Dividendenzahlung wieder aufgenommen und 4% zur Verteilung gebracht.

Zu Nr. 23. Schluchseewerk AG., Freiburg i. Breisgau. Die nutzbare Stromabgabe betrug 156,493 (149,776) Mill kWh (Steigerung 4,4%). Auf Anlagevermögen wurde durch Beschluß der Aktionäre eine Sonderabschreibung von 2 836 117 RM vorgenommen. Das Disagio aus den Schweizerfranken-Anleihen wurde planmäßig um den vorgesehenen Betrag von 95 000 RM verringert und ebenso von dieser Anleihe selbst 4,240 Mill sfrs getilgt, so daß dieselbe nur noch mit 30,750 Mill sfrs gleich 25 056 Mill RM zu Buch steht.

Zu Nr. 24. Neckar-Aktiengesellschaft, Stuttgart. Infolge der das ganze Jahr reichlich verfügbaren Wassermengen des Neckar wurden die Kraftwerke voll ausgenutzt und die bisher höchste Ausbeute erzielt. Die Stromerzeugung betrug 378,014 (245,522) Mill kWh (Steigerung 54,9%). Vom Reich und den Staaten Württemberg, Baden und Hessen sind zur planmäßigen Fortführung der Bauarbeiten und zur Ablösung von Zwischendarlehen für den Teilausbau weitere 4,700 Mill RM als unverzinsliches, langfristiges Darlehen gewährt worden; ferner wurde von denselben Stellen auf die Rückzahlung von Darlehensforderungen in Höhe von 1 310 400 RM verzichtet zugunsten der Heimfall-Erneuerungsrücklage der AG. Der Betrag erscheint in der Ertragsrechnung als außerordentliche Zuweisung.

Zu Nr. 25. Esag Elektrizitätswerk Sachsen-Anhalt, Halle a. d. Saale. Die nutzbare Stromabgabe erhöhte sich um 13,3% auf 534 Mill kWh. Die Verbindlichkeiten wurden um rd. 1 Mill RM vermindert und zwar durch Rückzahlung des Restes des Schweizerfranken-Darlehens. Die Zahl der Gefolgschaftsmitglieder bestand aus 455 (454) Köpfen, von denen mehr als die Hälfte seit über 10 Jahren im Dienste der Esag steht.

Zu Nr. 26. Lech-Elektrizitätswerke AG., Augsburg. Die Stromerzeugung einschließlich Strombezug betrug insgesamt 270,043 (247,557) Mill kWh (Steigerung 9,04%). Bezüglich der nutzbaren Stromabgabe enthält der Bericht keine Zifferangaben, sondern bemerkt nur, daß eine beachtliche Zunahme des Stromabsatzes an die Industrie stattgefunden habe. Im Jahre 1936 zeigten sich erneut die Vorteile des Zusammenschlusses mit benachbarten Großkraftwerken, durch den eine fast 100%-ige Ausnutzung der eigenen Wasserkraft erreicht wurde.

Zu Nr. 27. Main-Kraftwerke, AG., Frankfurt a. M.-Höchst. Der Stromabsatz belief sich auf 150,885 (134,263) Mill kWh (Steigerung 12,4%). Das Unternehmen zählte am Ende des Berichtsjahres 613 Gefolgschaftsmitglieder. Am Ende des Berichtsjahres wurden 372 Gemeinden mit rd. 300 000 Einwohner versorgt, mit einem Anschlußwert von rd. 147 000 kW.

Zu Nr. 28. OEW. Oberschwäbische Elektrizitätswerke, Biberach a. d. Riss. Das Unternehmen ist ein Zweckverband. Die erzielten Betriebsüberschüsse werden nicht verteilt, sondern als Betriebskapital verwendet. An Strom wurden erzeugt und bezogen 253,0 (236,8) Mill kWh (Steigerung 6,8%); nutzbar abgegeben wurden 216,8 (203,1) Mill kWh (Steigerung 6,8%). Die Zahl der Gefolgschaftsmitglieder beträgt 884 Köpfe, wovon 36 auf eine 20-jährige Dienstzeit zurückblicken können. Mit der E-Versorgung Württemberg

AG. kam ein Gegenseitigkeits- und Gebietsschutz-Vertrag zustande.

Zu Nr. 29. Elektrizitäts-AG. Mitteldeutschland, Kassel. Nutzbare Stromabgabe 109,108 (83,418) Mill kWh oder um 16,8% gesteigerter Mehrabsatz, wovon der Hauptanteil auf die industriellen Großabnehmer entfällt mit 22,6%. Zahl der Gefolgschaftsmitglieder 898, von denen 435, d. s. 48% seit mehr als 10 Jahren beim Werke tätig sind. Der Durchschnittserlös für 1 kWh sank von 10,3 auf 9,7 Rpf.

Zu Nr. 30. ASW Sächsische Werke, Dresden. Stromerzeugung der Kraftwerke 1511,257 (1154,143) Mill kWh (Steigerung 30,9%); nutzbare Stromabgabe 1158,110 (907,276) Mill kWh (Steigerung 27,7%). Die Steigerung des Stromverkaufs ist in der Hauptsache durch erhöhte Abnahme seitens der Industrie erzielt worden. Die Gefolgschaft zählte am Ende des Berichtsjahres 6354 (5354) Köpfe, wovon ein sehr großer Teil seit Jahren im Dienste der ASW und 2721 oder 43% im Lebensalter von über 40 Jahren stehen und eine Anzahl sogar das 65. Lebensjahr überschritten haben. Nachdem die Umwandlung und Auflösung der Tochtergesellschaft, der Elektra AG. in Dresden, unter Ausschluß der Liquidation gemäß Ges. v. 5. 7. 1934 beschlossen war, gingen sämtliche Aktiven und Passiven auf die ASW über; die Gefolgschaft wurde restlos übernommen. Die durch den Staat Thüringen als einzigem Aktionär der AG. Thüringische Werke, Weimar am 31. 3. 1937 aufgelöste Gesellschaft wurde vollständig liquidiert und die Firma gelöscht; sämtliche energiewirtschaftlichen Aufgaben sind auf die Thüringenwerk AG. (früher Thüringische Elektrizitäts-Versorgungs-AG. Thüringenwerk) übergegangen; das Grundkapital dieser neuen Gesellschaft ist um 7 200 000 auf 22 200 000 RM erhöht worden; gemäß der bisherigen 25%-igen Beteiligung haben die ASW an dieser Kapitalerhöhung sich beteiligt.

Zu Nr. 31. Städtisches Betriebsamt-Elektrizitätswerk Bielefeld. Die Stromerzeugung betrug 59,229 (51,845) Mill kWh und war 14% höher als im Vorjahre; die nutzbare Abgabe betrug 50,196 (43,986) Mill kWh und erzielte eine Steigerung von 16,3%. Zum Abschluß ist zu bemerken, daß das Betriebsamt für sämtliche Abteilungen eine gemeinsame Bilanz aufstellt, aber auch für die einzelnen Werke gesonderte Ertragsrechnungen veröffentlicht. Auf Anlagen des EW entfallen 19,088 Mill RM. Auf der Passivseite steht Wertberichtigung für das EW. mit 13,459 Mill RM. — Die Ertragsrechnung des EW. schließt mit einem Reingewinn von 0,485 Mill RM zugunsten der Betriebsamtskasse. Nicht enthalten in vorstehendem Reingewinn ist der Anteil des EW. an den Ausfällen und Gemeinschaftskosten des Betriebsamtes.

Zu Nr. 32. Oberpfalzwerke AG., Regensburg. Der Stromabsatz erreichte mit 92,7 Mill kWh einen neuen Höchstwert, der um 15,7% über dem des Vorjahres liegt; an dieser Steigerung sind sowohl Großabnehmer als auch Kleinabnehmer beteiligt. Die Bayernwerk AG. München hat von einem im Jahre 1927 festgelegten Optionsrechte Gebrauch gemacht, wonach dieselbe ein gewährtes Darlehen von 1 500 000 RM gegen eigene Verwertungsaktien der Oberpfalzwerke umtauscht. Der sich aus dem Abstoßen dieses Aktienpakets ergebende Buchgewinn von 1 122 866 RM erscheint in der Bilanz als — Reserve aus Buchgewinnen — und bildet eine fühlbare Stärkung des Unternehmens. Von den Dollar-Obligationen wurden planmäßig 86 500 \$ durch Übergabe von Originalbonds an den amerikanischen Treuhänder getilgt. Die Zahl der Gefolgschaftsmitglieder erhöhte sich von 546 auf 608 Köpfe, also um 11,3%.

Zu Nr. 33. Fränkisches Überlandwerk AG., Nürnberg. Die nutzbare Stromabgabe betrug 67,871 (56,983) Mill kWh (Steigerung 19%). Die Gefolgschaft beziffert sich auf 587 Mitglieder. 1850 Ortschaften wurden unmittelbar auf Grund von Konzessionsverträgen, 55 mittelbar auf Grund von Stromlieferungsverträgen versorgt.

Zu Nr. 34. Großkraftwerk Erfurt AG., Erfurt. Es wurden erzeugt 57,239 (51,181) Mill kWh (Steigerung 11,84%); nutzbar abgegeben 54,045 (48,259) Mill kWh (Steigerung

¹⁾ Vgl. ETZ 58 (1937) H. 27, S. 752.

Vermögensaufstellung und Ertragsrechnung.

Die Zahlen des letzten Geschäftsjahres sind in stärkeren, stehenden Ziffern, die der früheren Jahre in schwächeren, schrägen Ziffern gedruckt. Die Werte sind in 1000 RM angegeben.

Lfd. Nr.	Namen Wohnsitz	Letzte Veröffent- lichung l. d. ETZ	Letztes Betriebsjahr	Aktiva		Ver- mögens- auf- stellung Summe	Passiva			Ausgaben				Ertrags- rech- nung Summe	Ertrags- aus Betrieb		Ver- teilte Divi- dende	
				Anlage- ver- mögen	Bet- teil- gungen		Um- lauf- ver- mögen	Reser- ven u. Rück- lagen	Wert- berich- tungen	Ver- bind- lich- keiten	Rein- gewinn	Re- tributions- u. Rück- lagen	Zinsen		Steuern und soziale Ab- gaben	Rein- gewinn		
22	VEW, Vereinigte Elektrizitäts- werke Westfalen AG., Dort- mund	1936 S. 1362 Nr. 9	1. 1.—31. 12. 36	252 793 239 537	2 030 2 477	29 677 32 082	20 098 17 670	94 990 87 177	125 374 128 302	4 038 997	17 501 8 034	10 232 21 492	5 597 6 147	40 709 39 228	37 744 34 225	2 965 4 303	4% 0%	
23	Schluswerk-Aktien-Ges., Freiburg i. Br.	1937 S. 23 Nr. 26	1. 1.—31. 12. 36	62 150 64 906	0 0	4 683 4 811	1 099 538	1 522 1 061	49 606 53 371	606 607	527 508	513 563	1 482 1 616	4 237 3 811	4 071 3 725	166 86	4% 4%	
24	Nöcker-Aktiengesellschaft Stuttgart	—	1. 1.—31. 12. 36	128 460	549	5 023	10 643	1 973	99 416	0	786	2 156	1 261	4 451	3 048	1 403	0%	
25	Elektrizitätswerk Sachsen-Anhalt AG., Halle a. d. Saale	1936 S. 1362 Nr. 14	1. 1.—31. 12. 36	39 233 37 437	3 336 3 324	3 838 4 040	3 468 2 730	21 480 19 421	4 081 5 082	1 378 1 588	3 093 2 478	2 532 2 687	8 48	8 497 7 932	7 903 7 737	594 195	6%	
26	Lech-Elektrizitätswerke AG., Augsburg	1936 S. 1362 Nr. 5	1. 1.—31. 12. 36	75 318 74 253	4 001 4 011	2 554 2 885	5 778 4 794	18 363 17 059	15 008 16 647	2 102 2 107	1 963 1 847	1 753 1 693	997 1 012	2 102 2 107	8 774 8 004	384 598	5% 5%	
27	Main-Kraftwerke AG., Frankfurt am Main-Hochst	1937 S. 753 Nr. 55	1. 1.—31. 12. 36	44 455 43 853	2 116 2 116	3 175 2 937	2 530 2 662	12 058 10 935	11 839 11 964	911 915	2 917 2 250	1 157 1 168	562 614	6 913 6 282	6 586 5 838	327 444	4% —	
28	OEW, Oberschwäbische Elektrizi- tätswerke, Biberach a. d. Riß	1936 S. 1362 Nr. 7	1. 1.—31. 12. 36	77 618 76 030	8 392 8 452	8 686 7 893	41 236 37 401	35 888 38 006	35 59	4 859 5 342	5 001 4 091	1 806 2 130	546 268	35 59	12 247 11 899	11 689 11 582	558 317	— —
29	Elektrizitäts-Aktiengesellschaft Mitteldeutschland, Kassel	1936 S. 1362 Nr. 16	1. 1.—31. 12. 36	27 487 26 010	3 027 3 028	8 168 7 763	28 000 997	6 073 5 177	1 932 1 622	1 267 1 005	5 135 4 966	1 227 1 156	0 847	7 784 7 489	8 178 7 489	606 484	4% 3 1/2%	
30	ANW, AG. Sachsisches Werke, Dresden	1937 S. 23 Nr. 25	1. 1.—31. 12. 36	421 881 405 824	51 700 44 622	64 940 48 221	34 784 25 601	247 823 201 132	147 684 132 534	8 210 8 538	25 983 24 590	27 889 24 594	3 702 3 539	9 864 9 525	75 658 63 086	62 633 47 721	3 025 15 365	6% 6%
31	Städt. Betriebsamt, Elektrizitäts- werk Bielefeld	—	1. 1.—31. 12. 36	43 670	3	4 504	180	27 793	11 846	195	2 326	1 047	185	5 270	5 074	194	—	
32	Oberpfalzwerke AG., Regensburg	1937 S. 23 Nr. 39	1. 1.—31. 12. 36	21 391 20 369	125 125	3 634 3 615	8 875 7 775	5 021 5 875	6 236 7 331	366 263	2 156 1 847	2 275 1 227	414 473	5 900 4 305	4 334 3 985	1 566 320	5% 5%	
33	Fränkisches Überlandwerk AG., Nürnberg	1937 S. 23 Nr. 32	1. 1.—31. 12. 36	27 023 26 556	1 1	4 336 3 523	7 205 7 205	18 122 17 189	3 917 3 772	473 472	2 749 2 527	1 117 1 070	157 181	473 472	5 274 5 058	5 076 4 805	198 253	6% 6%
34	Großkraftwerk Erfurt AG., Erfurt	1937 S. 23 Nr. 36	1. 1.—31. 12. 36	6 416 5 350	0 0	1 247 1 445	7 683 3 850	7 738 2 469	735 122	164 170	480 384	280 288	0 0	113 104	1 037 926	993 886	44 40	4% 4%
35	Preußische Elektrizitäts-AG., Berlin	1936 S. 1362 Nr. 3	1. 4. 36—31. 3. 37	111 280 109 259	110 005 109 729	48 130 48 344	33 021 30 591	42 382 37 164	75 147 83 566	6 865 5 991	8 405 7 967	10 141 10 235	2 167 2 668	8 865 5 991	26 792 25 625	4 633 3 611	6% 5%	
36	Großkraftwerk Franken AG., Nürnberg	1935 S. 1133 Nr. 7	1. 1.—31. 12. 36	21 018 22 614	10 10	8 180 3 669	7 313 7 313	14 588 13 476	4 461 3 783	467 449	425 423	4 014 1 409	0 124	5 494 4 49	4 852 2 821	942 51	6% 6%	
37	Braunkohlen-Industrie AG., Zukunft Welschweiler	1937 S. 23 Nr. 40	1. 4. 36—31. 3. 37	16 447 13 913	6 816 2 721	9 705 3 391	5 480 7 05	383 1 143	9 837 9 619	1 068 1 068	5 756 4 712	2 701 3 219	99 87	1 068 1 068	11 399 10 281	321 271	6% 6%	
38	Grube Leopold AG., Bitterfeld	—	1. 1.—31. 12. 36	11 131 11 131	1 663 1 663	3 364 3 364	7 050 7 050	1 254 1 254	7 409 7 409	430 430	3 141 3 141	979 979	360 360	504 504	7 154 5 458	251 213	5% 5%	
39	DREWAG Dresdner Gas-, Wasser- u. Elektrizitätswerke AG., Dresden	1937 S. 23 Nr. 35	1. 1.—31. 12. 36	178 843 176 635	5 725 5 725	23 012 19 499	15 600 201 859	96 247 90 283	18 681 20 438	6 652 6 267	26 772 23 638	9 553 9 354	163 423	6 652 6 267	42 758 41 442	932 791	6% 6%	
40	HEW, Hamburgische Electrici- tätswerke AG., Hamburg	1937 S. 23 Nr. 28	1. 7. 36—30. 6. 37	244 298 234 346	61 61	19 121 20 369	18 059 18 741	106 000 97 000	42 500 42 744	7 321 72 93	25 977 24 155	10 656 12 486	1 301 1 347	5 859 4 960	48 702 46 264	2 212 3 977	8% 8%	
41	Kraftwerk Thüringen AG., Gispersleben	1937 S. 23 Nr. 37	1. 4. 36—31. 3. 37	15 778 14 945	186 45	4 771 4 771	2 021 1 481	10 289 9 978	647 571	812 711	1 153 1 065	1 394 1 281	0 403	812 711	3 549 3 463	302 275	9% 8%	
42	Badenwerk, Badische Landeselek- trizitäts Vers. AG., Karlsruhe (Baden)	1936 S. 1362 Nr. 17	1. 4. 36—31. 3. 37	76 307 76 687	14 393 14 456	31 842 26 067	6 819 6 885	31 377 29 100	55 854 62 679	1 492 1 546	3 671 3 709	5 888 2 963	2 085 3 001	1 492 1 546	12 845 12 620	1 434 898	5% 5%	
43	Sachsisches Elektrizitäts Liefe- rungs- (ex. AG., Sigmaringen Schönewald)	—	1. 1.—31. 12. 36	59 185	—	12 283	4 277	30 830	3 075	1 286	2 906	2 901	0	1 483	14 192	354	4%	

rd. 12%). Die Gefolgschaft zählte 90 Mitglieder, von denen 36 das 45. Lebensjahr überschritten haben, und 8 bereits auf eine 25jährige Tätigkeit bei der AG. zurückblicken können.

Zu Nr. 35. Preußische Elektrizitäts AG., Berlin. 10. Betriebsjahr. Die nutzbare Stromabgabe ist — einschließlich der Nordwestdeutschen Kraftwerke AG. und der Braunkohlen-Schwel-Kraftwerke Hessen, Frankfurt a. M. — gestiegen auf 1 034,953 (899,613) Mill kWh (Steigerung rd. 15%); ohne diese beiden Gesellschaften Steigerung 19%. Der erhöhte Stromabsatz ist auf die wachsenden Bedürfnisse der Industrie zurückzuführen. Die Zahl der Gefolgschaft betrug 1321 (1281) Köpfe. Das durchschnittliche Alter ist 38 Jahre, eine stattliche Anzahl der Mitglieder ist bei der Gesellschaft bzw. deren Rechtsvorgänger mehr als 20 bis 25 Jahre tätig. Die Verbindlichkeiten haben sich insgesamt um 9,032 Mill RM verringert, davon entfallen auf Auslandsschulden in fremder Währung 3,7 Mill RM. Zu Abschreibungen auf Betriebsanlagen wurden regulär 3,748 Mill RM und außerdem 1,182 Mill RM als „Sonderabschreibung aus Buch- und Währungsgewinnen“ verwendet. Über die Jahresergebnisse der Tochterges. und Beteiligungen wird eingehend berichtet.

Zu Nr. 36. Großkraftwerk Franken AG., Nürnberg. Die Stromerzeugung einschließlich Bezug betrug 292,6 Mill kWh oder rd. 45 Mill kWh mehr als im Vorjahre. Die Verbrauchssteigerung entfiel in der Hauptsache auf vermehrten Industriestromabsatz. Die aktive Anzahl der Gefolgschaftsmitglieder beträgt 151 Köpfe. Im Berichtsjahre wurde der Rest des schweizer Darlehens mit 1 100 000 RM abgelöst.

Zu Nr. 37. Braunkohlen-Industrie-AG. Zukunft, Welsweiler. Der Jahresabschluß ist für die Abteilungen Kohlenförderung, Briketterzeugung und Kraftstromanlagen gemeinsam. Die nutzbare Stromabgabe betrug 357,331 (272,109) Mill kWh, was einer Zunahme um 85,221 Mill kWh (31,32%) entspricht. Die Ziffern der Beteiligungen und Verpflichtungen haben sich durch die Beteiligung an der Union Rheinische Braunkohlen Kraftstoff AG., Köln mit nom. 4 005 000 RM Aktienübernahme und Darlehensbürgschaft in gleicher Höhe entsprechend vergrößert. Von der noch im Umlauf befindlichen 6½% Dollar-Anleihe mit nom. 1 588 000 \$ = 6 669 600 RM befinden sich als Tilgungsstock beim Treuhänder bereits 1 346 000 \$ zur planmäßigen Rückzahlung und Tilgung.

Zu Nr. 38. Grube Leopold AG., Bitterfeld. Die Tätigkeit des Unternehmens erstreckt sich hauptsächlich auf Kohleförderung, Briketherstellung und Stromerzeugung. Erzeugt wurden 56,950 (49,205) Mill kWh (Steigerung 16%). Der Jahresbericht zeigt eine Gemeinschaftsbilanz für sämtliche Zweige der AG., aus der die Anlage- und Vermögenswerte sowie Ausgaben und Erträge der einzelnen Abteilungen nicht ersichtlich sind.

Zu Nr. 39. DREWAG. Dresdner Gas-, Wasser- u. Elektrizitätswerke AG., Dresden. Stromerzeugung und -bezug erhöht sich gegen das Vorjahr um 6,3%, der Stromabsatz wuchs um 7,1% auf 153,4 Mill kWh. Dieses Ergebnis zeigt deutlich eine erfreuliche Belebung von Gewerbe und Industrie. Die Bilanz ist für alle Betriebsabteilungen gemeinsam aufgestellt, jedoch werden die Zahlen des Anlagevermögens erläutert dahin, daß von den 176,561 Mill RM desselben auf Elektrizitätswerksanlagen 82,313 Mill RM und auf „Gemeinsame Anlage“ 4,589 Mill RM entfallen. Eine Trennung der Betriebseinnahme auf dem Ertragskonto oder eine diesbezügliche Mitteilung im Berichte werden nicht gegeben.

Zu Nr. 40. HEW. Hamburgische Electricitäts Werke AG., Hamburg. Die Stromabgabe stieg gegenüber dem Vorjahre um 9% auf 525,983 Mill kWh; die Steigerung ist insbesondere auf die Mehrabgabe an Industrie sowie auf Abschlüsse neuer Großabnehmer-Verträge zurückzuführen. Infolge des durch Ges. v. 26. 1. 1937 zur Tatsache gewordenen Groß-Hamburg sind auch bei der AG. einige Besitzwandlungen eingetreten. Von der Brandenburgischen Elektrizitäts-, Gas- und Wasserwerke AG., Berlin, wurden die dieser Gesellschaft gehörenden Werksanlagen in der Gemeinde Rahlstedt käuflich erworben mit Wirkung vom 3. 5. 1937. Ebenso ist mit dem Hamburgischen Staate Fühlung genommen wegen Übernahme der der Stadt Altona gehörenden EW. Unterelbe AG. und der der Gemeinde Lockstedt gehörende Stromversorgungsanlagen. — Der noch umlaufende Betrag der Dollar-Anleihe von 1925 verringerte sich durch weitere Tilgungskäufe von Bonds auf 593 500 \$, deren Bewertung wie bisher mit 4,20 RM je Dollar in der Bilanz vorgenommen ist.

Zu Nr. 41. Kraftwerk Thüringen AG., Gispersleben. Die nutzbare Stromabgabe von rd. 39 Mill kWh ist dem Vorjahre gegenüber um 20% gestiegen. An der wesentlich vermehrten Abgabe haben nicht nur die Industrie und Großabnehmer, sondern auch kleine und mittlere Gewerbebetriebe und der Haushaltstrom teil. Trotz der Senkung der Tarife für Haushaltstrom von 10 auf 9 Rpf und Nachtstrom auf 5 Rpf konnte die Dividende von 8% auf 9% bei sehr reichlichen Rückstellungen erhöht werden.

Zu Nr. 42. Badenwerk Badische Landeselektrizitätsversorgung AG., Karlsruhe (Baden). Nutzbar abgegeben wurden 696,383 Mill kWh, was gegenüber dem Vorjahre eine Zunahme von 27,9% darstellt; die Verbrauchssteigerung bei den ständig belieferten Abnehmern betrug 53,5%, woran insbesondere der industrielle Verbrauch beteiligt ist, während die Abgabe von Überschußstrom um 24,5% geringer war. Im Geschäftsjahr wurden 465 Gemeinden mit etwa 444 000 Einwohnern und 96 651 Haushaltungen, d. s. 93,9% aller Haushaltungen, unmittelbar mit Strom versorgt. Die Zahl der Gefolgschaftsmitglieder betrug 515, von denen wieder mehrere auf eine 25- bzw. 40-jährige Dienstzeit bei der AG. und deren Rechtsvorgängern zurückblicken können. Die Beteiligungen vergrößerten sich durch Kauf von nom. 1 200 000 RM (37,5%) der Aktien der Kraftwerk Rheingau AG., Mannheim. Auf einen Teil des der Schluchseewerk AG. gewährten Darlehens wurde, wie auch von anderen Aktionären dieser Gesellschaft, verzichtet, und der Betrag mit 1 348 090 RM abgeschrieben. Die Tilgungsbeträge von 500 000 sfrs. bzw. 120 000 sfrs. auf die Schweizer-Franken Anleihen wurden dem eigenen Bestand von Anleihestücken entnommen; der erzielte Valuta- bzw. Kursgewinn erscheint in der Ertragsrechnung unter „Erträge besonderer Art.“

Zu Nr. 43. Sächsische Elektrizitäts-Lieferungs-Gesellschaft AG., Siegmar-Schönau. Die nutzbare Stromabgabe bezifferte sich auf 152,8 (142,6) Mill kWh (Steigerung 6,66%). Die Nutzabgabe an Großabnehmer steigerte sich um 7,4%, die an Kleinverbraucher um 5,9%. Im Betriebsjahr war es möglich für die gesamte Gefolgschaft wieder zur 48-Stundenwoche zurückzukehren. Von den Gefolgschaftsmitgliedern konnten 27 Arbeitskameraden zu ihrem 25-jährigen Arbeitsjubiläum beglückwünscht werden. Trb.

621. 311. 1. 003 (43) Erzeugung und Verbrauch elektrischer Arbeit in Deutschland.¹⁾ — Gemäß Zahlentafel 1 betrug die Erzeugung der statistisch erfaßten 122 Elektrizitätswerke in den ersten 9 Monaten des Jahres 1937, 12 686,5 Mill kWh gegenüber 15 824,0 Mill kWh in den ersten 9 Monaten des Vorjahres. Die Erzeugung stieg um 2862 Mill kWh (rd. 18%). Dementsprechend stieg auch die arbeitstägl. Erzeugung, sie stellte sich in dem betrachteten Zeitraum im Monatsmittel auf 82,2 Mill kWh. Der Verbrauch elektrischer Arbeit der von 103 Elektrizitätswerken belieferten gewerblichen Abnehmer stieg ebenfalls: von 6299,3 Mill kWh (1936) auf 7387,0 Mill kWh (1937), d. s. 17%. Hs.

Zahlentafel 1.

Monat	von 122 Elektrizitätswerken selbst erzeugte Mill kWh				Verbrauch der von 103 Elektrizitätswerken unmittelbar beliefert gewerblichen Abnehmer					
	insgesamt		arbeitstäglich		Gesamtverbrauch Mill kWh		arbeitstäglich Verbrauch			
							Insgesamt Mill kWh		kWh/kW Anschlußwert	
	1937	1936	1937	1936	1937	1936	1937	1936	1937	1936
I.	2176,0	1838,9	87,0	70,7	791,9	651,6	31,7	25,1	5,61	4,73
II.	1988,1	1717,4	82,8	68,7	780,1	644,6	32,5	25,8	5,75	4,93
III.	2055,6	1763,6	82,2	67,8	810,1	669,5	32,4	25,8	5,72	4,84
IV.	2017,6	1643,9	77,6	68,5	817,3	658,7	31,4	27,4	5,51	5,14
V.	1899,6	1633,3	82,6	68,1	774,9	675,7	33,7	28,2	5,94	5,25
VI.	2009,0	1659,6	77,3	66,4	821,1	705,4	31,6	28,2	5,51	5,21
VII.	2092,8	1792,2	77,5	66,4	839,6	748,1	31,1	27,7	5,39	5,12
VIII.	2190,8	1877,3	84,3	72,2	865,3	768,3	33,3	29,5	5,76	5,45
IX.	2257,0	1897,8	86,8	73,0	880,7	777,4	34,1	29,9	5,85	5,48

Jubiläen. — Am 17. 12. 1937 konnten die Pfalzwerke Aktiengesellschaft in Ludwigshafen a. Rh. auf ein 25jähriges Bestehen zurückblicken. Auf Grund eines Gutachtens Oscar von Millers wurden im Jahre 1912 die Pfalzwerke gegründet und mit dem Bau des Dampfkraftwerkes Homburg begonnen. Krieg, Inflation und Rheinlandbesetzung konnten die Aufwärtsentwicklung wohl hemmen aber nicht aufhalten. Von

¹⁾ Letzte Veröffentlichung ETZ 58 (1937) S. 1123.

2500 Abnehmern im Jahre 1913 stieg diese Zahl auf rd. 80 000 im Jahre 1937. 1913 wurden erst rd. 14 Mill kWh abgegeben, 1937 werden es rd. 160 Mill kWh sein. Durch den Vierjahresplan und dem Streben nach Sicherheit und Wirtschaftlichkeit in der Energieversorgung sind dem Unternehmen neue Aufgaben gestellt, die einen weiteren Aufstieg gewährleisten.

Am 8.1. konnte die Fränkische Ueberlandwerk Aktiengesellschaft auf ihr 25jähriges Bestehen zurückblicken. Sie übernahm vor 25 Jahren die „Fränkische Ueberlandzentrale“ von der Elektrizitäts-Aktiengesellschaft vorm. Schuckert & Co in Nürnberg. Etwas später erfolgte dann der Anschluß an das Großkraftwerk Franken. Trotz der folgenden Kriegsjahre und der anschließenden Krisenjahre konnte sich das Werk besonders in den letzten fünf Jahren gut entwickeln. Während 1913 mit einer Stromabgabe von rd. 5 Mill kWh begonnen wurde, konnten 1937 rd. 83 Mill kWh verkauft werden. Gleichzeitig stieg die Zahl der versorgten Ortschaften von rd. 100 im Jahre 1913 auf rd. 1900 im Jahre 1937.

STATISTISCHE MITTEILUNGEN

(Mitgeteilt von der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.)

Fernsprechstellen der Welt. — Nach den von der American Telephone and Telegraph Company erfolgten Veröffentlichungen über das Fernsprechwesen betrug die Zahl der Fernsprechstellen in der Welt am Anfang des Jahres 1936

Zahlentafel 2. Fernsprechstellen in Großstädten der Welt.

Städte ¹⁾	Sprechstellen		Städte	Sprechstellen	
	Anzahl (Stand zu Beginn 1936)	auf je 100 Einwohner		Anzahl (Stand zu Beginn 1936)	auf je 100 Einwohner
Washington . . .	201 884	36,7	Hamburg-Altona .	161 387	9,9
S. Francisco . . .	248 652	35,6	Wien	184 840	9,9
Stockholm . . .	148 433	33,3	Rom	91 869	8,8
Los Angeles . . .	360 506	27,0	Köln	66 581	8,7
Chicago	849 889	24,9	Malland	91 095	8,7
Toronto	191 545	24,6	Antwerpen ²⁾ . . .	41 404	7,9
Zürich	60 705	22,2	Amsterdam . . .	58 028	7,4
Kopenhagen . . .	182 946	22,2	Buenos Aires . . .	195 715	6,5
Oslo ³⁾	53 825	21,5	Rotterdam	38 950	6,3
New York	1503 712	21,0	Glasgow ⁴⁾	65 897	5,5
Montreal	165 231	15,4	Birmingham ⁴⁾ . .	65 876	5,4
Paris	422 755	14,5	Warschau	68 461	5,3
Berlin	513 610	12,2	Liverpool ⁴⁾	62 663	5,2
Brüssel ⁴⁾	111 059	11,4	Osaka ⁴⁾	135 098	4,4
Auckland ⁴⁾ . . .	23 427	11,3	Tokio ⁴⁾	226 028	3,8
Sydney	128 628	10,3	Marseille	35 627	3,7
London ⁴⁾	960 709	10,2	Moskau	144 669	3,5

Quelle: „The Telephone and Telegraph Statistics of the World“ der „American Telephone and Telegraph Company.“

- 1) Geordnet nach der Sprechstellendichte am 1. Januar 1936.
 2) Stand im Juni des Vorjahres.
 3) Stand im Februar des gleichen Jahres.
 4) Stand im März des gleichen Jahres.

Zahlentafel 1. Fernsprechstellen der Welt (Stand zu Beginn eines jeden Jahres).

Erdteile und Länder	Zahl der Sprechstellen														
	insgesamt			davon in behördlichen Anlagen			Anteil der Sprechstellen in behödl. Anlagen an der Gesamtzahl			in Prozent der Welt			auf je 100 Einwohner		
	1934	1935	1936	1934	1935	1936	1934	1935	1936	1934	1935	1936	1934	1935	1936
	in Tausend						%			%					
Amerika	18 759	18 961	19 571	225	248	252	1,2	1,3	1,3	57,73	56,53	55,87	7,8	7,9	8,0
davon:															
V. S. Amerika	16 711	16 869	17 424	—	—	—	—	—	—	51,42	50,29	49,74	13,3	13,4	13,7
Canada	1 192	1 194	1 209	194	191	192	16,3	16,0	15,9	3,67	3,56	3,45	11,2	11,0	11,0
Europa	11 307	12 029	12 757	9 737	10 368	11 022	86,1	86,2	86,4	34,79	35,86	36,42	2,0	2,1	2,2
davon:															
Deutschland ¹⁾	2 954	3 134	3 270	2 954	3 134	3 270	100	100	100	9,09	9,34	9,34	4,5	4,7	4,9
Großbritannien	2 226	2 366	2 551	2 226	2 366	2 551	100	100	100	6,85	7,06	7,28	4,8	5,1	5,4
Frankreich	1 350	1 400	1 441	1 350	1 400	1 441	100	100	100	4,15	4,17	4,11	3,2	3,3	3,4
Rußland (einschl. Sib.) .	576	739	861	576	739	861	100	100	100	1,77	2,20	2,46	0,4	0,4	0,5
Schweden	591	617	643	589	616	641	97,9	99,8	99,6	1,82	1,84	1,83	9,5	9,9	10,3
Italien	482	516	544	—	—	—	—	—	—	1,48	1,54	1,55	1,1	1,2	1,3
Schweiz	364	383	400	364	383	400	100	100	100	1,12	1,14	1,14	8,8	9,3	9,6
Dänemark ¹⁾	364	378	394	16	17	17	4,4	4,5	4,3	1,12	1,13	1,12	10,0	10,3	10,6
Niederlande	343	353	366	343	353	366	100	100	100	1,06	1,05	1,05	4,1	4,2	4,3
Belgien ¹⁾	317	323	340	317	323	340	100	100	100	0,98	0,96	0,97	3,9	3,9	4,1
Österreich	240	259	272	240	259	272	100	100	100	0,74	0,77	0,78	3,6	3,8	4,0
Polen	189	211	231	101	119	127	53,4	56,4	55,0	0,58	0,63	0,66	0,6	0,6	0,7
Norwegen ¹⁾	200	200	203	122	121	124	61,0	60,5	61,1	0,61	0,60	0,58	7,0	7,0	7,1
Asien	1 421	1 504	1 604	1 243	1 303	1 391	87,4	86,7	86,7	4,37	4,49	4,58	0,1	0,1	0,2
davon:															
Japan ¹⁾	1 015	1 068	1 132	1 015	1 068	1 132	100	100	100	3,13	3,19	3,23	1,5	1,6	1,6
Afrika	272	290	300	270	288	298	99,2	99,3	99,3	0,84	0,87	0,86	0,2	0,2	0,2
davon:															
Südafrikanische Union .	127	140	150	127	140	150	100	100	100	0,39	0,42	0,43	1,5	1,6	1,7
Ozeanien	737	756	797	690	708	746	93,6	93,6	93,6	2,27	2,25	2,27	0,8	0,8	0,9
davon:															
Australien ¹⁾	488	502	532	488	502	532	100	100	100	1,50	1,49	1,52	7,4	7,5	7,9
Neuseeland ¹⁾	155	159	167	155	159	167	100	100	100	0,48	0,48	0,47	10,0	10,2	10,6
Welt insgesamt	32 496	33 540	35 029	12 165	12 915	13 709	37,4	38,5	39,1	100	100	100	1,5	1,6	1,6

Quelle: „Telephone and Telegraph Statistics of the World“ der „American Telephone and Telegraph Company.“

- 1) Stand im März des gleichen Jahres. 2) Stand im Februar des gleichen Jahres. 3) Stand im Juni des Vorjahres.

35 Mill gegenüber 33,5 Mill im Jahr 1935 und 32,5 Mill 1934 (s. Zahlentafel 1); das bedeutet gegenüber 1934, dem Jahr des Tiefstandes, eine Zunahme von 2,5 Mill, also eine Steigerung um 7,7%. Mit diesem Zugang ist zwar der Höchststand des Jahres 1931 (35,3 Mill Sprechstellen) noch nicht erreicht, doch ist anzunehmen, daß bei einer gleichbleibenden Aufwärtsentwicklung der Stand von 1931 zu Beginn des Jahres 1937 überschritten wurde. An der Spitze der Erdteile steht Amerika. Doch vermindert sich der Abstand gegenüber Europa seit einer Reihe von Jahren stetig. Während 1929 von der Gesamtzahl der Fernsprechstellen der Erde noch 65,4% auf Amerika und 28,2% auf Europa fielen, belief sich der Prozentanteil Amerikas im Jahr 1936 auf 55,9 gegenüber dem Europas mit 36,4. Bei den Ländern führen die V. S. Amerika mit 17,4 Mill, das sind 49,7% aller Sprechstellen der Welt. Von den euro-

päischen Ländern hat Deutschland seit 1935 mit 9,34% den größten Anteil. Darauf folgen Großbritannien (7,28%) und Frankreich (4,11%). In der Anschlußdichte auf 100 Einwohner liegen auch hier die V. S. Amerika mit 13,7 an erster Stelle. Danach Canada mit 11. Es folgen weiter Dänemark und Neuseeland (10,6), Schweden (10,3), Schweiz (9,6), Norwegen (7,1), Großbritannien (5,4) und Deutschland mit 4,9. Bei den Städten besitzen die nordamerikanischen Großstädte auf je 100 Bewohner die meisten Fernsprechstellen (s. Zahlentafel 2). Führend ist Washington mit 36,7. Danach San Francisco mit 35,6. An dritter Stelle steht als erste europäische Stadt Stockholm mit 33,3. Berlin erscheint mit 12,2 in dieser Reihe erst an 13. Stelle. Der absoluten Zahl nach jedoch mit 513 610 Fernsprechstellen bereits als vierte Stadt in der Reihe der Großstädte der Welt.

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernsprecher: 30 06 31. — Postscheckkonto: Berlin 213 12.40. Mitgliederversammlung des VDE in Köln
vom 22. bis 25. Mai 1938.

Sonntag, den 22. Mai

18⁰⁰ Jungingenieurtreffen

Montag, den 23. Mai

9⁰⁰ Fachberichte10⁰⁰ Vorstandssitzung11³⁰ Vorstandsratsitzung15⁰⁰ Fachberichte20⁰⁰ Begrüßungsabend

Dienstag, den 24. Mai

9⁰⁰ Fachberichte15⁰⁰ Mitgliederversammlung (Geschäftssitzung)20⁰⁰ Gemeinsames Abendessen

Mittwoch, den 25. Mai

Besichtigungen

Ausflüge

Bekanntmachung.

Ausschuß für Überspannungsschutz.

Auf Grund der Veröffentlichung des Entwurfes 2 von
VDE 0675 „Leitsätze für Überspannungsschutzgeräte in
Starkstromanlagen“in ETZ 58 (1937) S. 615 sind eine Reihe von Einsprüchen
eingegangen. Diese sind von dem Ausschuß ordnungs-
gemäß behandelt worden.Der nachstehend veröffentlichte endgültige Wortlaut
der Leitsätze wurde im Januar 1938 vom Vorsitzenden
des VDE genehmigt und zum 1. Juli 1938 in Kraft
gesetzt.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Geschäftsführer:

Blendermann

VDE 0675/I. 38

Leitsätze für Überspannungsschutzgeräte in Starkstrom-
anlagen.

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.

- § 1. Geltungsbeginn.
- § 2. Geltungsbereich.

II. Begriffserklärungen.

- § 3. Überspannungsvorgänge und -schutzgeräte.
- § 4. Einteilung der Überspannungsschutzgeräte.
- § 5. Bestimmungsgroßen von Stoßwellen.
- § 6. Nennspannung von Überspannungsschutzgeräten.
- § 7. Arbeitswerte von Überspannungsableitern.
- § 8. Kennlinien von Überspannungsableitern.

III. Bestimmungen.

- § 9. Typen- und Stückprüfung.

A. Isolationsprüfung.

- § 10. Isolationsprüfung und Prüfung der Ansprech-Wechselspannung von Ableitern.
- § 11. Isolationsprüfung von Kondensatoren.

B. Bestimmung der Kennlinien.

- § 12. Stirn- und Halbwertdauer.
- § 13. Strom-Spannungs-Kennlinie.
- § 14. Schutzkennlinie.
- § 15. Ausführung der Messungen.

C. Arbeitsprüfung.

- § 16. Allgemeines.
- § 17. Arbeitsprüfung von Ableitern.
- § 18. Grenzableitvermögen von Ableitern.
- § 19. Einstellung von Ableitern.

D. Aufschriften.

- § 20.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

Diese Leitsätze treten am 1. 7. 38 in Kraft¹⁾.

Dieser Zeitpunkt gilt grundsätzlich für die Herstellung.

§ 2.

Geltungsbereich.

Diese Leitsätze gelten für die gebräuchlichsten Arten von
Überspannungsschutzgeräten in Starkstromanlagen. Für
Sonderbauarten sind die Leitsätze sinngemäß anzuwenden.

II. Begriffserklärungen.

§ 3.

Überspannungsvorgänge und -schutzgeräte.

Überspannung ist jede erhöhte Spannung, die den Bestand
oder Betrieb einer elektrischen Anlage gefährden kann.Überspannungsschutzgeräte sind Einrichtungen, die ver-
hindern sollen, daß die Isolation einer Anlage höhere elektrische
Beanspruchungen erfährt als sie aushalten kann.Überschlag- und Durchschlagsspannungen der Isolation
einer Anlage hängen nicht allein von der Höhe der sie be-
anspruchenden Spannungen, sondern auch von deren zeitlichem
Verlauf ab. Den Überspannungsschutzgeräten fällt die zweifache
Aufgabe zu, die Spannungshöhe und die Steilheit von ein-
fallenden Wanderwellen auf ein zulässiges Maß herabzusetzen.Im wesentlichen sind die Überspannungsschutzgeräte zur
Bekämpfung von Stoßüberspannungen (Wanderwellen) be-
stimmt. Die gefährlichsten und häufigsten Überspannungen
dieser Art treten bei Blitzeseinschlägen auf.

§ 4.

Einteilung der Überspannungsschutzgeräte.

Folgende Hauptarten²⁾ werden unterschieden:

A. Ableiter.

Bei ihnen beginnt der Ableitstrom oberhalb einer be-
stimmten Spannung. Man unterscheidet:

1. Ableiter mit konstantem Widerstand. Ihre Begren-
zungsspannung (§ 7 Ziffer 6) steigt proportional der von
der Überspannung aufgezwungenen Stromstärke an.
2. Ableiter mit spannungsveränderlichem Widerstand.
Ihre Begrenzungsspannung steigt weniger als propor-
tional der aufgezwungenen Stromstärke an.

B. Kondensatoren.

Geräte nach A vermögen hauptsächlich die Höhe der Überspannungswelle
zu vermindern. Geräte nach B vermindern vornehmlich die Steilheit der auf-
treffenden Wanderwelle, bei entsprechender Bemessung auch deren Höhe.

§ 5.

Bestimmungsgroßen von Stoßwellen.

Der zeitliche Verlauf einer Stoßwelle (Spannung oder
Strom) wird gekennzeichnet durch den Scheitelwert (z. B.
 $U_{\max}$ in Kilovolt), die Stirndauer T_s in Mikrosekunden und
die Halbwertdauer T_h in Mikrosekunden.Stirndauer T_s ist die mit 1,25 vervielfachte Zeitspanne,
in der die Welle vom 0,1-fachen auf den 0,9-fachen Betrag ihres
Scheitelwertes ansteigt (Abb. 1).¹⁾ Genehmigt durch den Vorsitzenden des VDE im Januar 1938. Ver-
öffentlichung: ETZ 54 (1933) S. 114; 58 (1937) S. 615 und 59 (1938) S. 131.²⁾ Drosselspulen werden nicht behandelt, weil sie praktisch kaum Be-
deutung als Überspannungsschutzgeräte haben.

Halbwertdauer T_h ist die Zeitspanne, während der die Stoßwelle die Hälfte des Scheitelwertes überschreitet (Abb. 1).

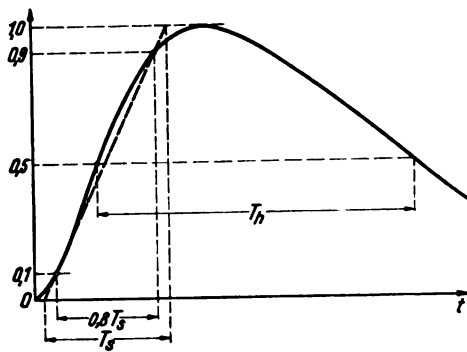


Abb. 1. Bestimmung der Stoßwelle.

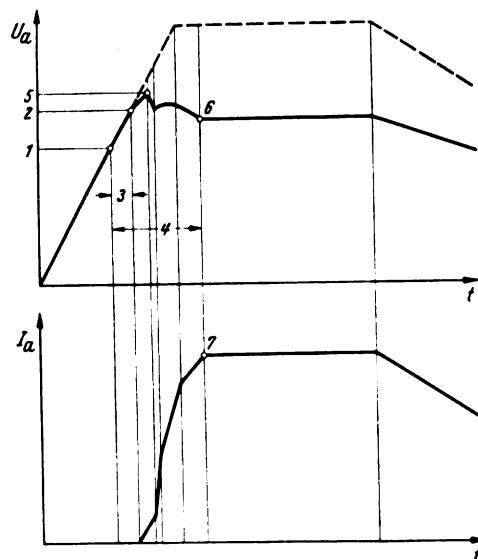
§ 6.

Nennspannung von Überspannungsschutzgeräten.

Die Nennspannung ist der Effektivwert der Spannung — bei Drehstrom der Effektivwert der Spannung zwischen den Leitern —, für die das Gerät so bemessen ist, daß es auch noch bei 1,15-facher Nennspannung (siehe VDE 0670/1937 § 20a) sicher³⁾ arbeitet.

§ 7.

Arbeitswerte von Überspannungsableitern. (Siehe Abb. 2).



- | | |
|--|------------------------------|
| 1 Ansprech-Wechselspannung
(Scheitelwert) | 4 Wirkungsverzug |
| 2 Ansprech-Stoßspannung | 5 Ansprechspitze |
| 3 Entladeverzug | 6 Begrenzungsspannung |
| | 7 Ableitstrom (Scheitelwert) |

Abb. 2. Schematische Darstellung der Arbeitswerte von Überspannungsableitern.

Die Spannungsbegriffe gelten als Spannungen zwischen den Klemmen des Ableiters.

1. Ansprech-Wechselspannung ist die Wechselspannung, bei der die Zündung der Funkenstrecke des Ableiters einsetzt. Es gilt der Effektivwert eines sinusförmigen Verlaufes, wenn keine anderen Angaben gemacht werden.
2. Ansprech-Stoßspannung ist die Stoßspannung, bei der die Zündung der Funkenstrecke des Ableiters einsetzt.
3. Entladeverzug ist die Zeitdauer, welche von dem Augenblick des Erreichens des Scheitelwertes der Ansprech-Stoßspannung bis zum Erreichen der Ansprech-Stoßspannung verstreicht.
4. Wirkungsverzug ist die Zeitdauer, welche von dem Augenblick des Erreichens des Scheitelwertes der Ansprech-Wechselspannung bis zum Eintritt der vollen Schutzwirkung verstreicht.

³⁾ Die Sicherheit ist z. B. bei Ableitern durch die in § 17 festgelegte Arbeitsprüfung gewährleistet, bei der die 1,2-fache Nennspannung an die Klemmen des Ableiters gelegt wird.

5. Ansprechspitze ist die größte, während des Wirkungsverzuges erreichte Spannung.
6. Begrenzungsspannung ist die Spannung, die nach Ablauf des Wirkungsverzuges auftritt. Es gilt ihr Höchstwert, wenn keine anderen Angaben gemacht werden.
7. Ableitstrom ist der Stoßstrom, der durch den Ableiter bei Beanspruchung mit einer Überspannungswelle fließt. Es gilt der Scheitelwert, wenn keine anderen Angaben gemacht werden.
8. Das Ableitvermögen ist die Fähigkeit, einen hohen Ableitstrom ohne nachteilige Änderung, insbesondere der Kennlinien, zu führen. Zur Kennzeichnung des Ableitvermögens wird dieser Ableitstrom und seine Halbwertdauer angegeben.
9. Nachfolgender Strom ist der Strom, der unter dem Einfluß der Betriebsspannung dem Ableitstrom nachfließt.

§ 8.

Kennlinien von Überspannungsableitern.

Die Strom-Spannungs-Kennlinie (Abb. 3) gibt die Begrenzungsspannung an, die an dem Ableiter bei einem bestimmten durch den Ableiter fließenden Strom herrscht.

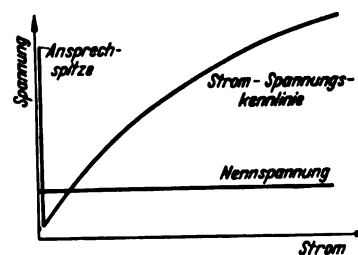


Abb. 3. Strom-Spannungs-Kennlinie.

Die Schutzkennlinie (Abb. 4) gibt an, welche Begrenzungsspannung U_a am Ableiter in einer bestimmten Station herrscht, wenn eine Überspannungswelle von der Höhe U_L aus einer gegen die Wellenlänge großen Entfernung anläuft. Sie soll für einen Wellenwiderstand einer Freileitung $Z = 500 \Omega$ und für den Einbau des Ableiters in einer Kopfstation gelten, sofern nicht ausdrücklich andere Angaben gemacht werden.

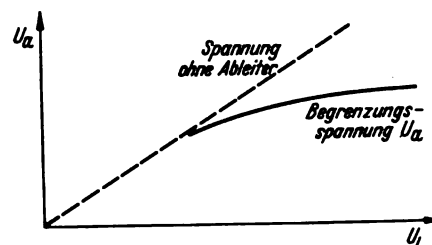


Abb. 4. Schutzkennlinie.

Das Verhalten von Ableitern bei nahen Blitzeinschlägen, bei denen nach der Absenkung der Strom durch weitere von der Einschlagstelle ausgehende Wellen auf erheblich höhere Beträge anwachsen kann, kann nicht nach der Schutzkennlinie, sondern nur nach der Strom-Spannungs-Kennlinie beurteilt werden.

III. Bestimmungen.

§ 9.

Typen- und Stückprüfung.

Als Typenprüfung gelten die Isolationsprüfungen nach § 10a), die Aufnahme der Kennlinien nach §§ 13 und 14, die Arbeitsprüfung nach § 17a) und die Bestimmung des Grenzableitvermögens nach § 18.

Als Stückprüfung ist die Trockenprüfung fertiger Ableiter nach § 10b) und eine abgekürzte Arbeitsprüfung nach § 17b) vorzunehmen.

A. Isolationsprüfung.

§ 10.

Isolationsprüfung und Prüfung der Ansprech-Wechselspannung von Ableitern.

Für die Prüfung mit Wechselspannung gilt VDE 0442 „Leitsätze für die Ausführung von Hochspannungsprüfungen mit Wechselspannungen“.

- a) Typenprüfung der Ableitergehäuse. Die fertigen Gehäuse werden einer Spannungsprüfung unterzogen. Die Spannungsprüfung wird im allgemeinen zwischen den

Leitungsklemmen einerseits und den betriebsmäßig geraden Teilen andererseits ausgeführt, bei mehrpoligen Geräten auch zwischen den einzelnen Leitungsklemmen untereinander.

Vorbereitung: Funkenstrecken und Ableiterkörper dürfen ganz oder teilweise entfernt werden, wenn dieses erforderlich ist, um eine Beschädigung bei der Prüfung zu vermeiden, oder wenn die Prüfspannung sonst nicht erreicht werden kann. Zur Prüfung von Isolierteilen, die parallel zum spannungsbegrenzenden Ableiterkörper liegen, werden Vorschaltfunkenstrecken kurzgeschlossen und Ableiterkörper entfernt.

Zur Prüfung von Isolierteilen, die parallel zur Vorschaltfunkenstrecke liegen, wird diese auseinandergezogen oder herausgenommen.

1. Bei Innenraumableitern erfolgt die Prüfung der betriebsmäßig unter Spannung stehenden oder beim Ansprechen unter Spannung kommenden Isolierteile in trockenem und sauberem Zustande mit der vollen Prüfspannung nach c).
2. Bei Freiluftableitern ist außer der Trockenprüfung nach 1. eine Regenprüfung gemäß VDE 0446/1929, § 6, durchzuführen. Die Regenprüfung der Isolierteile erfolgt mit der vollen Prüfspannung nach c).
- b) Stückprüfung fertiger Ableiter. Jeder fertige Ableiter (Innenraum- und Freiluftausführung) ist einer Trockenprüfung zu unterwerfen. Diese umfaßt:
 1. die Feststellung der Ansprech-Wechselspannung bei 50 Per/s,
Bei Bestimmung der Ansprech-Wechselspannung ist der nachfolgende Strom z. B. durch Vorwiderstände auf etwa 20 mA zu begrenzen und nach jedem Ansprechen sofort abzuschalten.
 2. die Prüfung des Gerätes mit einer 10% unter der Ansprech-Wechselspannung liegenden Spannung von 50 Per/s (Prüfdauer siehe c).
- c) Prüfspannungen und Prüfdauer. Es gelten die Prüfspannungen U_P gemäß Tafel I, soweit nicht unter b) anderes bestimmt ist.

Tafel I.

Prüfspannungen für die Isolationsprüfung.

Reihenspannung*) U_R , die zur Nennspannung des Ableiters gehört	Prüfspannung U_P
1. bis 0,3 kV	3 kV
2. über 0,3 kV bis 2,5 kV	10 U_R
3. über 2,5 kV	2,2 $U_R + 20$ kV
Bei Ableitern, die aus mehreren in Reihe geschalteten Gliedern bestehen, so daß jeweils nur ein bestimmter Anteil der Gesamtspannung auf ein Glied entfällt, kann die Prüfung der einzelnen Glieder mit einer ihrem Spannungsanteil entsprechenden Prüfspannung erfolgen	
*) Reihenspannung ist entsprechend VDE 0176 die genormte Spannung, nach der die Isolation bemessen ist; Nennspannung siehe § 6	

Prüfdauer:

Im allgemeinen 1 min
Bei Verwendung von Faserstoff oder Vergußmasse 5 min

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn weder Durchschlag noch Überslag erfolgt, keine Gleitfunken längs der isolierenden Oberfläche und keine mit der Hand wahrnehmbaren Erwärmungen auftreten.

§ 11.

Isolationsprüfung von Kondensatoren.

Werden Kondensatoren als Überspannungsschutz verwendet, so gelten für die Isolationsprüfung die entsprechenden Bestimmungen von VDE 0560 „Leitsätze für ruhende elektrische Kondensatoren in Starkstromanlagen“.

B. Bestimmung der Kennlinien.

§ 12.

Stirn- und Halbwertdauer.

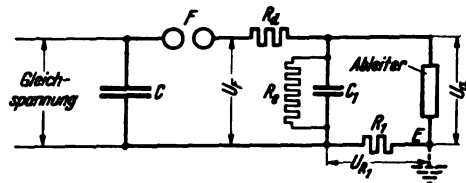
Die Kennlinien (vgl. § 8) von Überspannungsableitern sollen mit Stoßwellen aufgenommen werden, bei denen die Stirndauer T_s der Spannung bei abgetrenntem Ableiter ungefähr 1 μ s beträgt. Bei zugeschaltetem Ableiter soll die Halbwertdauer T_h des Ableitstromes 25 bis 30 μ s betragen.

§ 13.

Strom-Spannungs-Kennlinie.

Die Strom-Spannungs-Kennlinie wird entweder an vollständigen Ableitern oder an Teilen des spannungsbegrenzenden Körpers aufgenommen. Eine zu ihrer Ermittlung zweckmäßige Schaltung ist in Abb. 5 dargestellt.

Der Kondensator C wird von einer Gleichspannungsquelle auf die Spannung U_F aufgeladen und über die Funkenstrecke F und die gezeichnete Anordnung von R_d , Ableiter, R_1 , sowie R_e und C_1 stoßweise entladen. Die Werte bzw. Teilwerte U_a und U_{R_1} werden mittels des Kathodenstrahlzyllographen gleichzeitig oder mittels Funkenstrecke nacheinander gemessen. Durch C_1 und R_d wird die Stirnteilheit bestimmt, während C , R_d , der Ableiterwiderstand und R_1 die Halbwertdauer bestimmen. Einzelheiten zum Meßverfahren siehe § 15.



$R_e \geq 10^6 \Omega$. Der zweckmäßigste Erdpunkt E richtet sich nach der Versuchs- und Meßschaltung.

Abb. 5. Schaltung zur Aufnahme der Strom-Spannungs-Kennlinie.

Die nach § 12 geforderte Stoßwelle wird gemäß folgender Beziehungen gewonnen:

$$C_1 = 0,36 \cdot T_s / R_d \quad \text{unter der Voraussetzung sehr geringer Stirndauer des Spannungstoßes } U_F.$$

$$C = \frac{1,45 \cdot T_h}{(R_d + R_1 + \alpha U_a / I_a)}$$

T_s Stirndauer der Spannung am Ableiter (etwa 1 μ s).

T_h Halbwertdauer des Ableitstromes (25 bis 30 μ s).

U_a Begrenzungsspannung des Ableiters bzw. bei Prüfung von Teilen des spannungsbegrenzenden Körpers ihr Teilwert bei dem Strom I_a .

I_a Ableitstrom,

α Zahlen-Beiwert, der die Gestalt der Strom-Spannungs-Kennlinie berücksichtigt und den Zusammenhang zwischen den jeweiligen Werten von Begrenzungsspannung und Ableitstrom zum Ausdruck bringt.

$\alpha = 0$, wenn die Spannung praktisch unabhängig vom Strom ist,

$\alpha = 1$, wenn die Spannung dem Strom praktisch proportional ist,

$\alpha = 2 \cdot (1 - \beta)$, wenn bei Abnahme des Stromes auf die Hälfte die Spannung auf den β -fachen Betrag absinkt.

Bei Ableitern, deren Werte U_a und α nicht von vornherein bekannt sind, wird in einem Vorversuch mit geschätztem C die Strom-Spannungs-Kennlinie aufgenommen. Hieraus wird die Begrenzungsspannung U_a bei dem Ableitstrom I_a und der Wert der Begrenzungsspannung $\beta \cdot U_a$ bei halbem Ableitstrom $I_a/2$ bestimmt.

Hiernach ist α und somit C zu berechnen.

Beispiel: $T_h = 25 \mu$ s, $T_s = 1 \mu$ s, $U_a = 12$ kV, $I_a = 750$ A.

1. Begrenzungsspannung praktisch unabhängig vom Strom. Somit $\alpha = 0$. Es wird $(R_d + R_1)$ zu 16 Ω gewählt. Die Berechnung von C ergibt dann:

$$C = \frac{1,45 \cdot 25 \cdot 10^{-6}}{16}$$

$$C = 2,27 \mu\text{F}, \quad C \text{ gewählt zu } 2,0 \mu\text{F}.$$

Hieraus $R_d + R_1 = 18,1 \Omega$, R_1 gewählt zu 10 Ω .

Somit $R_d = 8,1 \Omega$

$$U_F = U_a + I_a (R_d + R_1)$$

$$U_F = 25,6 \text{ kV}$$

$$C_1 = 0,36 \cdot \frac{1 \cdot 10^{-6}}{8,1}$$

$$C_1 = 0,0445 \mu\text{F}.$$

2. Bei Abnahme des Stromes auf die Hälfte nimmt die Begrenzungsspannung auf den 0,85-fachen Betrag ab.

Somit $\alpha = 0,3$.

C gewählt zu 2,0 μ F.

Hieraus $R_d + R_1 = 13,3 \Omega$.

Somit $U_F = 22$ kV.

§ 14.

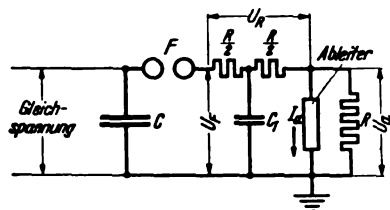
Schutzkennlinie.

Die Schutzkennlinie soll stets an vollständigen Ableitern aufgenommen werden.

Eine zu ihrer Ermittlung zweckmäßige Schaltung ist in Abb. 6 dargestellt.

Der Kondensator C wird von einer Gleichspannungsquelle auf die Spannung U_F aufgeladen, die gleich der Überschlagnspannung der Funkenstrecke ist. Nach dem Überslag von F verteilt sich die Spannung auf die Widerstände und den Ableiter. Ein Teil U_R entfällt auf die beiden in Reihe geschalteten Widerstände $R/2$, ein Teil U_a auf den Ableiter, zu dem parallel der Widerstand R liegt. Der Kondensator C_1 und der Widerstand $R/2$ bestimmen die Stirnteilheit vor dem Ansprechen des Ableiters.

R ist gleich 500Ω zu wählen, so daß die Schutzwirkung des Ableiters in einer einfachen Durchgangsstation mit einem Wellenwiderstand der Leitung $Z = 500 \Omega$ geprüft wird. Hierbei entspricht U_F dem doppelten Wert U_L einer auf die Durchgangsstation auflaufenden Wanderwelle.



$R = 500 \Omega$
 $C_1 = 0,0014 \mu F$

Abb. 6. Schaltung zur Aufnahme der Schutzkennlinie.

Ein Abklemmen des Ableiters zur Messung der Höhe U_L der anlaufenden Welle ist also in der empfohlenen Schaltung nicht nötig.

Zusammengehörige Werte von U_L und U_a sind mit dem Kathodenstrahl-oszillographen oder mittels Funkenstrecke zu messen (§ 15) und bilden zusammen die Schutzkennlinie für den Wellenwiderstand $Z = R$.

Um die nach § 12 geforderte Stoßform zu erhalten, sind folgende Beziehungen gemäß Abb. 6 zu beachten:

$$C_1 = 0,36 \cdot \frac{T_s}{R_{1/2}} = 0,36 \cdot \frac{1 \cdot 10^{-6}}{250}$$

$$C_1 = 0,0014 \mu F$$

$$C = \frac{1,45 \cdot T_h}{R \left(1 + \frac{1}{1 + \frac{R}{\alpha U_a I_a}} \right)}$$

$$U_F = I_a \cdot R + 2 \cdot U_a^4$$

mit den gleichen Bedeutungen wie in § 13 angegeben.

Beispiel: $T_h = 25 \mu s$, $U_a = 60 \text{ kV}$, $I_a = 750 \text{ A}$.

Begrenzungsspannung praktisch unabhängig vom Strom. Somit $\alpha = 0$.

$$R = 500 \Omega$$

$$C = \frac{1,45 \cdot 25 \cdot 10^{-6}}{500} \quad C = 0,0725 \mu F$$

$$U_F = 375 + 120 = 495 \text{ kV.}$$

Umrechnung auf die Kopfstation. Im allgemeinen ist die Schutzkennlinie für Kopfstationen anzugeben, da sie die höchsten vorkommenden Begrenzungsspannungen liefert. Aus den Ergebnissen der Messung für Durchgangsstationen können die Schutzkennlinien für Kopfstationen durch Umrechnung ermittelt werden.

Hierbei ist folgendermaßen zu verfahren:

Sind U_L und U_a ein zusammengehöriges Wertepaar der Schutzkennlinie für die

Durchgangsstation, so gilt für eine Kopfstation $U'_L = U_L - \frac{U_a}{2}$.

U'_L und U_a bilden nun ein Wertepaar der umgerechneten Schutzkennlinie.

Umrechnung der Strom-Spannungs-Kennlinie zur Schutzkennlinie.

Es ist zulässig, die nach oben angegebenen Verfahren aufgenommene Schutzkennlinie oberhalb desjenigen Wertes U_L , der einem Ableitstrom von etwa 750 A entspricht, durch Umrechnung aus der nach § 13 ermittelten Strom-Spannungs-Kennlinie zu ergänzen.

Bezeichnet U_a die nach § 13 ermittelte Begrenzungsspannung bei einem Ableitstrom I_a , so wird für die Kopfstation die auflaufende Welle

$$U'_L = \frac{I_a Z}{2} + \frac{U_a}{2}$$

mit $Z = 500 \Omega$. Für die Durchgangsstation wird

$$U_L = \frac{I_a Z}{2} + U_a.$$

Ist die Strom-Spannungs-Kennlinie am n -ten Teil des spannungsbegrenzenden Körpers aufgenommen, so ist in diesen Gleichungen $n \cdot U_a$ an Stelle von U_a einzuführen.

§ 15.

Ausführung der Messungen.

Die Messungen sollen möglichst mit dem Kathodenstrahl-oszillographen erfolgen. Für überschlägige Untersuchungen sind Kugelfunkenstrecken-Messungen zulässig.

4) In dieser Gleichung ist der Einfluß von C_1 vernachlässigt.

a) Messung mittels Kathodenstrahl-oszillographen.

Zur Bestimmung der Strom-Spannungs-Kennlinie (Abb. 3) werden in der Schaltung nach Abb. 5 an je ein Paar der Ablenkplatten die Spannungen U_{R_1} und U_a angeschlossen. Aus U_{R_1} ist der Ableitstrom nach der Gleichung $I_a = U_{R_1}/R_1$ zu bestimmen. Bei verschiedener Einstellung von F werden mehrere Oszillogramme aufgenommen.

Zur Bestimmung der Schutzkennlinie (Abb. 4) werden in der Schaltung nach Abb. 6 an je ein Paar der Ablenkplatten die Spannung U_F und U_a , wenn erforderlich über Spannungsteiler, angeschlossen. Man erhält so die Beziehung $U_a = f(U_F)$ in Kurvenform, die unter Beachtung von $U_F = 2 U_L$ durch eine einfache Maßstabänderung in $U_a = f(U_L)$ umgewandelt wird. Auch hier sind mehrere Oszillogramme bei verschiedenen Einstellungen aufzunehmen.

b) Messung mittels Funkenstrecken.

Die Meßstellen sind ebenso zu wählen wie unter a) beschrieben. Zusammengehörige Werte sind nacheinander zu messen. Die Messungen sind bei verschiedenen Einstellungen von F zu wiederholen; jede Einstellung liefert einen Punkt der aufzunehmenden Kennlinie. Der Entladeverzögerung der Meßfunkenstrecken ist möglichst zu verringern.

Die Messung mittels Funkenstrecken ist besonders dann nicht zu empfehlen, wenn eine Trennung der sich überlagernden Ansprechspannung der Funkenstrecke und Begrenzungsspannung im Rücken der Stoßwellen gewünscht wird.

C. Arbeitsprüfung.

§ 16.

Allgemeines.

Die Arbeitsprüfung dient zur Feststellung des einwandfreien Verhaltens eines Überspannungsschutzgerätes in elektrischer, thermischer und mechanischer Hinsicht. Sie wird nach Aufnahme der Strom-Spannungs-Kennlinie vorgenommen.

§ 17.

Arbeitsprüfung von Ableitern.

a) Typenprüfung.

Die Arbeitsprüfung als Typenprüfung hat den Zweck, das Mindestableitvermögen bei der Beanspruchung mit 30 Stoßwellen von 25 bis 30 μs Halbwertdauer und gleichzeitig anliegender Wechselspannung von Nennfrequenz festzustellen.

Die Höhe des Ableitstromes ist aus Tafel II zu entnehmen.

Tafel II.

Höhe der Ableitströme.

Ableiter-Klasse	Mindest-Ableitstrom A	empfohlener Verwendungsbereich der Ableiter
1	300	bis höchstens 1 kV
2	750	bis 20 kV, höchstens 30 kV
3	1500	bis 80 kV
4	2500	bis zu den höchsten Spannungen

Der zeitliche Verlauf des Stromes soll einer im wesentlichen durch den Ableitwiderstand gedämpften Schwingung entsprechen, bei der praktisch nur die erste Halbwelle des Stromes auftritt.

Bei der Arbeitsprüfung wird wie folgt verfahren: Bis 30 kV Nennspannung sollen die Ableiter möglichst ungeteilt geprüft werden, sofern sie nicht aus einzelnen, selbständigen Gliedern niedrigerer Nennspannung zusammengesetzt sind. Prüfungen von Teilen des spannungsbegrenzenden Körpers sind mit im entsprechenden Verhältnis veränderten Funkenstrecken und entsprechend verringerter anliegender Wechselspannung vorzunehmen.

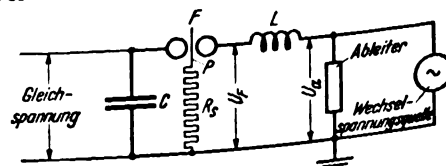


Abb. 7. Schaltung zur Arbeitsprüfung.

Zwischen je 2 Stößen können Pausen bis zu 5 s eingelegt werden. Die Stöße sollen sich über den ganzen Bereich der Periode der gleichzeitig anliegenden Wechselspannung verteilen. Dies wird beispielsweise gemäß Abb. 7 durch eine über einen hochohmigen Widerstand angeschlossene Hilfselektrode P erreicht.

Die Höhe der anliegenden Wechselspannung soll beim Ableitvorgang die 1,2-fache Nennspannung des Ableiters betragen und andererseits ohne Belastung durch den Ableiter das 1,3-fache der Nennspannung nicht überschreiten.

Es wird eine Schaltung ähnlich Abb. 7 empfohlen.

Es bedeuten:

- F Funkenstrecke,
- L Drosselspule,
- C Kondensator,
- U_F Überschlagspannung der Funkenstrecke (Scheitelwert)

Die Wahl von L und C hängt bei dieser Schaltung von der Begrenzungsspannung U_a der zu prüfenden Ableiter ab. Es kann daher kein fester Wert angegeben werden. Die Frequenz der Wechselstromquelle soll gleich der Nennfrequenz des Ableiters sein.

Beispiel: Bei einer angenommenen Begrenzungsspannung eines Ableiters von $U_a = 60$ kV, bei einem Ableitstrom von 750 A und einer Halbwertdauer von 25 μ s ergibt sich:

1. Bei Ableitern, deren Begrenzungsspannung praktisch unabhängig vom Strom ist, wird

$$C = \frac{3}{2\pi} \cdot T_h \cdot \frac{I_a}{U_a} = 0,478 \cdot 25 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{750}{60 \cdot 10^3}$$

$$C = 0,149 \mu F$$

$$L = \frac{3}{2\pi} \cdot T_h \cdot \frac{U_a}{I_a} \quad L = 0,955 \text{ mH}$$

$$U_F = 2 U_a \quad U_F = 120 \text{ kV.}$$

2. Bei Ableitern, deren Begrenzungsspannung praktisch proportional dem Strom zunimmt, wird

$$C = 0,82 \cdot T_h \cdot \frac{I_a}{U_a} \quad C = 0,256 \mu F$$

$$L = 0,82 \cdot \frac{T_h}{4} \cdot \frac{U_a}{I_a} \quad L = 0,41 \text{ mH}$$

$$U_F = \frac{e}{2} U_a \quad U_F = 1,36 \cdot 60 = 81,5 \text{ kV.}$$

e = Basis der natürlichen Logarithmen = 2,718.

Die Arbeitsprüfung gilt als bestanden, wenn der Ableiter bei jedem Stoß einwandfrei gearbeitet hat, insbesondere der nachfolgende Betriebsstrom nach jedem Stoß abgerissen ist. Eine nach der Arbeitsprüfung aufgenommene Strom-Spannungskennlinie darf nicht wesentlich von der vor der Arbeitsprüfung aufgenommenen abweichen.

b) Stückprüfung.

Jeder Ableiter oder jeder Teil des spannungsbegrenzenden Körpers des Ableiters ist folgender Stückprüfung zu unterziehen:

Der Prüfkörper wird etwa 10 Stromstößen, deren Höhe und zeitlicher Verlauf in § 17a) angegeben ist, ausgesetzt. Das einwandfreie Arbeiten wird hierbei folgendermaßen nachgeprüft:

1. entweder wird die in § 17a) festgelegte Wechselspannung gleichzeitig angelegt,
2. oder es wird gleichzeitig die Strom-Spannungskennlinie mit einem geeigneten Gerät beobachtet.

§ 18.

Grenzableitvermögen von Ableitern.

Das vom Hersteller angegebene Grenzableitvermögen (siehe auch § 7 Ziffer 8) ist dadurch nachzuprüfen, daß auf den Ableiter drei Stromstöße von der angegebenen Höhe und Halbwertdauer gegeben und dabei zugehörige Strom- und Spannungswerte oszillographisch aufgenommen werden. Die Einstellung der Stoßanlage zur Erzielung des gewünschten Grenzableitstromes kann an gleichartigen Ableitern oder Ableitkörpern vorgenommen werden.

Das Grenzableitvermögen wird in der Regel durch Stromstöße von 5 μ s Halbwertdauer bestimmt. Abweichende Halbwertdauer ist anzugeben.

Die Prüfung erfolgt in der in § 17a) angegebenen Schaltung, jedoch darf die Wechselspannungsquelle hierbei abgeschaltet werden.

An Stelle des ganzen Ableiters können auch Teile seines spannungsbegrenzenden Körpers geprüft werden.

§ 19.

Einstellung von Ableitern.

Der Ableiter soll so eingestellt sein, daß er bei betriebsmäßig vorkommenden Spannungserhöhungen, z. B. einpoligem Erdschluß, noch nicht anspricht.

Meist empfiehlt es sich nicht, die Ansprechwechselspannung kleiner als den doppelten Wert der Nennspannung zu wählen.

Bei Höhenlagen von mehr als 1000 m über NN und bei Umgebungstemperaturen von über 35° ist die verminderte Luftdichte bei der Einstellung zu berücksichtigen.

D. Aufschriften.

§ 20.

Jedes Überspannungsschutzgerät muß deutlich und haltbar folgende Angaben tragen:

1. Hersteller oder Ursprungszeichen.
 2. Modellbezeichnung oder Listennummer.
 3. Nennspannung⁵⁾ und Nennfrequenz.
 4. Bei Schutzgeräten mit gleichbleibenden Widerständen der Widerstand, bei Kondensatoren die Kapazität.
 5. Bei Ableitern Angabe der Klasse.
- Freigestellt bei Ableitern:
6. Grenzableitvermögen.
 7. Höchstzulässige Höhe über NN für die Verwendung.

Bekanntmachung.

Ausschuß für Schaltbilder.

Der Ausschuß gibt hiermit bekannt, daß die Neubearbeitung der Normblätter DIN VDE 707, 709 bis 717 und 719 zu einem vorläufigen Abschluß gekommen ist. Näheres über diese Neubearbeitung ist aus dem Aufsatz „Zur Neubearbeitung der Normblätter für Schaltzeichen und Schaltbilder in Starkstromanlagen“ auf S. 111 dieses Heftes zu ersuchen.

Wegen des Umfanges des Neuentwurfes (etwa 66 Seiten) muß von einer Gesamtveröffentlichung in der ETZ Abstand genommen werden. Nachstehend wird lediglich ein Inhaltsverzeichnis der Normblätter angegeben. Interessenten können den Gesamtentwurf der genannten Normblätter von der Geschäftsstelle gegen Erstattung der Selbstkosten in Höhe von 2,60 RM beziehen.

Begründete Einsprüche zu diesem Entwurf sind bis zum 15. April 1938 an die Geschäftsstelle einzusenden.

Verband Deutscher Elektrotechniker

Der Geschäftsführer:

Blendermann.

Ausschuß für Schaltbilder.

Inhaltsverzeichnis

der neubearbeiteten Normblätter DIN VDE 709 bis 718

„Schaltzeichen und Schaltbilder für Starkstromanlagen“.

- DIN VDE 709 Inhaltsverzeichnis und Allgemeine Vorbemerkungen zu DIN VDE 710 bis 718 (Schaltzeichen und Schaltbilder für Starkstromanlagen).
- DIN VDE 710 Stromarten und Schaltarten.
- DIN VDE 711 Leitungs- und Schaltpläne.
- DIN VDE 712 Glieder für Geräte.
- a) Kontaktglieder und Klemmen.
 - b) Mechanische Glieder.
 - c) Antriebsglieder.
 - d) Magnet- und Widerstandsglieder und sonstige Einzelglieder.
- DIN VDE 713 Geräte.
- a) Schaltgeräte-Grundarten.
 - b) Schaltgeräte-Beispiele.
 - c) Sicherungen.
 - d) Anlaß- und Regelgeräte.
 - e) Sichtmelder.
 - f) Hörmelder.
 - g) Uhren.
- DIN VDE 714 Drosselspulen und Umspanner.
- a) Glieder für Drosselspulen und Umspanner.
 - b) Beispiele für Drosselspulen.
 - Ein- und Zweiphasen-Umspanner.
 - c) Beispiele für Drehstrom-Umspanner.
 - d) Beispiele für Spar-Umspanner.

⁵⁾ Falls nichts anderes vermerkt ist, gilt die Spannung zwischen den Leitern eines ungeerdeten Drehstromsystems.

DIN VDE 715 Blatt 1 Maschinen.

- a) Glieder für Maschinen und Umformer.
- b) Beispiele für Gleichstrommaschinen.
- c) Beispiele für Asynchronmaschinen.
- d) Beispiele für Synchronmaschinen.
- e) Beispiele für Umformer.

Blatt 2 Stromrichter.

DIN VDE 716 Meßgeräte, Relais und Meßwandler.

- a) Grundformen für Meßgeräte und Relais.
- b) Glieder für Meßgeräte und Relais.
- c) Grundsätzliche Anwendung der Glieder bei anzeigenden Meßgeräten.
- d) Beispiele für Meßgeräte.
- e) Beispiele für Relais.
- f) Nebenwiderstände und Meßwandler.

DIN VDE 717 Installationspläne.

- a) Leitungen.
- b) Schaltgeräte.
- c) Verbraucher.
- d) Beispiel eines Installationsplanes.

DIN VDE 718 Zusammenstellung von Plänen:

- a) Grundsichtplan.
- b) Schaltplan.
- c) Stromlaufplan.
- d) Bauschaltbild.

(Die Neuaufstellung von DIN VDE 718 soll die Blätter DIN VDE 707 und 719 ersetzen).

Allgemeine Elektrotechnik. Leiter: Dr.-Ing. V. Aigner VDE.

3. 2. 1938 Vortragsreihe: Relais in der Starkstromtechnik. 3. Abend: „Vergleich-Schutzeinrichtungen“, Vortragender: Dipl.-Ing. F. Geise.

Elektrizitätswerke. Leiter: Oberingenieur Dipl.-Ing. B. J. v. d. Knesebeck VDE.

4. 2. 1938 Vortragsreihe: Berechnung und Bau eines modernen Dampfkraftwerkes. 5. Abend: „Das elektrische Schaltbild“, Vortragender: Dipl.-Ing. H. Beling VDE.

Elektromaschinenbau. Leiter: Ingenieur K. Bätz VDE.

7. 2. 1938 Vortragsreihe: Sonderausführungen elektrischer Maschinen. 2. Abend: „Elektrische Maschinen für Fahrzeugantriebe“, Vortragender: Dr.-Ing. K. Blaufuß VDE.

Fernmeldetechnik. Leiter: Oberingenieur Dipl.-Ing. K. Wagner VDE.

8. 2. 1938 Vortragsreihe: Die Werkstoffe der Fernmeldetechnik unter besonderer Würdigung der Austauschstoffe. 5. Abend: „Zusammenfassung und Aussprache“.

Elektrophysik. Leiter: Dr.-Ing. F. Hauffe VDE.

10. 2. 1938 Vortragsreihe: Physikalische und technische Grundlagen des elektrischen Schweißens. 2. Abend: „Lichtbogenschweißung“ (2. Teil), Vortragender: Dr. Becken.

Stromrichter. Leiter: Dr.-Ing. W. Böhlau VDE.

Vorankündigung: Am 16. 2. 1938 soll ein allgemeiner Ausspracheabend über Fragen aus dem bisher behandelten Gebiet der Stromrichtertechnik abgehalten werden. Hierzu wird gebeten, Fragen und Probleme, deren Besprechung an diesem Abend gewünscht wird, schon jetzt schriftlich oder fernmündlich Herrn Dr.-Ing. Böhlau, Berlin-Charlottenburg 5, Spandauer Straße 18 (Ruf 34 00 11/21 16) oder Herrn Reg.-Baumeister Stoehr, Berlin-Hermsdorf, Martin-Luther-Straße 26 (Ruf 41 00 14/45) bekanntzugeben, um so eine gute Vorbereitung und Einteilung des Abends zu ermöglichen.

VDE Bezirk Berlin-Brandenburg

vormalis Elektrotechnischer Verein E. V.

Der Geschäftsführer:

Burghoff

Sitzungskalender.

VDE, Bezirk Niedersachsen, Hannover. 8. 2. (Di), 20⁰⁰ T. H.: „Die Abstufung der Isolation von Hochspannungsanlagen der elektr. Energie-Übertragung“. Dr.-Ing. W. Estorff VDE.

VDE, Bezirk Nordhessen, Kassel (gemeinsam mit VDI). 11. 2. (Fr), 20¹⁵, Hess. Landesmuseum: „Moderne Wege der elektr. Lichterzeugung“ (m. Lichtb.). Dipl.-Ing. F. Ernst.

VDE, Bezirk Nordmark, Kiel. 11. 2. (Fr), 20¹⁵, Höh. Techn. Staatslehranstalt: „Turboelektr. und dieselelektr. Großantriebe von Schiffen“ (m. Lichtb.). Dipl.-Ing. Deeg VDE.

VDE, Bezirk Nordsachsen, Leipzig. 9. 2. (Mi), 19³⁰, Grassimuseum: Jahreshauptversammlung (nur für Mitglieder). 20⁰⁰ „Die Nachrichtenverbände des Heeres“ (m. Lichtb.). Hauptmann Lenz.

VDE, Bezirk Ruhr-Lippe, Essen (gemeinsam mit dem „Haus der Technik“). 9. 2. (Mi), 19¹⁵, Haus der Technik: „Neuere Fortschritte in der elektr. Meßtechnik“. Dr. Krönert.

VDE, Bezirk Südbaden, Freiburg i. Br. 10. 2. (Do), 20¹⁵, Harmonie: „Entwicklung und technische Beurteilung der Selbstladewaffen“ (m. Lichtb.). Reg.-Baum. Dipl.-Ing. Wesemann.

VERSCHIEDENES.

Berichtigungen.

Die DK-Zahl im Bericht „Porzellankabel“ ETZ 59 (1938) H. 3, S. 72, heißt vollständig:

621. 315. 612 : 621. 315. 21

gekürzt:

621. 315. 612 : . 21

In dem Aufsatz „Das neue holländische Kraftwerk Gelderland“ in H. 3 der ETZ 59 (1938) muß in der Zeichenerklärung zur Abb. 2, S. 64 und auf S. 66 statt Umformer stets Transformator gesetzt werden.

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:

Dr. E. Hasché, Berlin-Charlottenburg, Riehlstr. 8.
Regierungs-Baumelster a. D. Dr.-Ing. H. Kother VDE, Berlin-Siemensstadt, Goebelstr. 117.
Prof. Dr.-Ing. A. Leonhard VDE, Stuttgart, Rotenwaldstr. 66.
Dr.-Ing. N. Lieber VDE, Berlin-Halensee, Johann-Sigismund-Str. 16.
Prof. Dr. H. Norinder, Uppsala/Schweden, Hochspannungsinstitut der Universität.
Abschluß des Heftes: 28. Januar 1938.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Möller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Haase VDE
G. H. Winkler VDE

Stellvertretung:
Zuschriften sind nicht an eine persönliche Anschrift zu richten, sondern nur an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.
Nachdruck nur mit Quellenangabe und nur mit Genehmigung des Verfassers und der Wissenschaftlichen Leitung der ETZ gestattet.

Aus den VDE-Bezirken.

Bezirk Berlin-Brandenburg

Fachversammlung in Frankfurt a. d. O.

am Montag, dem 7. Februar 1938, 20⁰⁰, im Nürnberger Hof, Fürstenwalder Straße 60.

Vortrag

des Herrn Oberingenieur W. Seelig, Berlin, über das Thema: „Die Aufgaben der Beleuchtungstechnik im Rahmen der Bestrebungen des Amtes ‚Schönheit der Arbeit‘“.

Eintritt frei!

Fachversammlung

des Fachgebietes „Röhrentechnik“

Leiter: Dr. phil. H. Kerschbaum VDE.

Vortrag

des Herrn Dr. K. Steimel, Berlin, am Dienstag, dem 8. Februar 1938, um 20⁰⁰ in der Technischen Hochschule, Charlottenburg, Hörsaal EB 301, über das Thema:

„Ganzmetall — Rundfunkröhren“.

Eintritt und Kleiderablage frei.

Fachversammlung

des Fachgebietes „Installationstechnik“.

Fachgruppenleiter: Oberingenieur W. Hoeres VDE.

Vortrag

des Herrn Dipl.-Ing. H. Doening, Berlin, am Donnerstag, dem 10. Februar 1938, um 20⁰⁰ in der Technischen Hochschule, Charlottenburg, Hörsaal EB 301, über das Thema:

„Praktische Erfahrungen bei der Revision von Hochspannungsanlagen im Versorgungsgebiet der ‚Bewag‘“.

Eintritt und Kleiderablage frei.

Besichtigung.

Am Mittwoch, dem 2. März 1938, findet eine Besichtigung des Paketpostamtes 77 statt.

Näheres ist aus den Mitteilungen (Nr. 2) des VDE Bezirk Berlin-Brandenburg vom 2. Februar 1938 zu ersuchen.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Die nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um 18⁰⁰ im Jungingenieurzimmer des VDE-Hauses, Charlottenburg, Bismarckstraße 33, statt. Die Teilnahme ist frei. VDE-Mitgliedschaft ist nicht Bedingung.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

59. Jahrgang

Berlin, 10. Februar 1938

Heft 6

Amerikanische Flugsicherungstechnik.

Von F. W. Petzel, Reichsluftfahrtministerium, Berlin.

Der Verfasser hat im September 1937 im Auftrage des Reichsluftfahrtministeriums eine Studienreise nach den V. S. Amerika unternommen, um sich über den Entwicklungsstand der amerikanischen Flugsicherungstechnik zu unterrichten. Die V. S. Amerika haben im Luftverkehr eine anders geartete Entwicklung durchgemacht als Europa. Hierdurch ist auch die Bodenorganisation der Flugsicherung beeinflusst worden. Die nachstehenden Ausführungen sollen insbesondere die Unterschiede gegenüber der europäischen Flugsicherungsorganisation aufzeigen.

1. Europäische und amerikanische Flugsicherung.

Über Organisation, technische Systeme und Betriebsverfahren der Reichsflugsicherung ist anlässlich des zehnjährigen Bestehens dieser Einrichtung eingehend in dieser Zeitschrift berichtet worden¹⁾. Es wurde dabei näher ausgeführt, daß das deutsche Flugsicherungsnetz ein Teil-

621. 398 : 656. 7. 05
einschließlich der Hälfte des europäischen Rußlands der Länge der regelmäßig von Ost- zur Westküste geflogenen Flugstrecken gleichen.

Die politischen Verhältnisse Europas haben zwangsläufig dazu geführt, daß zahlreiche Luftverkehrsgesellschaften verschiedener Nationalität am Luftverkehr in Europa beteiligt sind. Die Tatsache, daß das Hoheitsgebiet eines Staates in den meisten Fällen von mehreren Luftverkehrsunternehmen berührt wird, hatte zur Folge,

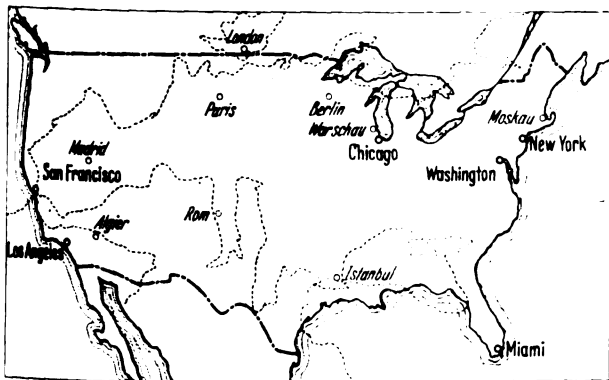


Abb. 1. Vergleich der Gebietsflächen von den V. S. Amerika und Europa.



Abb. 2. Das Luftstraßennetz in V. S. Amerika.

daß die Luftfahrtbehörden den Flugsicherungsdienst von sich aus zu organisieren hatten, um allen Luftfahrern eine neutrale und einwandfreie Betriebsorganisation zur Verfügung stellen zu können. Dies geschieht in der Regel auf der Grundlage der Gegenseitigkeit. In einzelnen Ländern, z. B. Deutschland, hat man darüber hinaus die Flugsicherung als Reichsaufgabe gesetzlich festgelegt und damit die Möglichkeit geschaffen, auf die Gestaltung aller Flugsicherungseinrichtungen für Streckenflug und Landung entscheidend einzuwirken.

In Amerika haben sich die Verhältnisse für die Flugsicherung anders entwickelt. Am Luftverkehr in den V. S. Amerika beteiligen sich z. Z. noch ausschließlich amerikanische Unternehmen. Damit war das Bedürfnis zu einer Zusammenfassung der Flugsicherungseinrichtungen unter einheitlicher staatlicher Leitung bei weitem geringer. Im übrigen verhinderte die Gesetzgebung der V. S. Amerika bisher eine allzu weitgehende Einflußnahme der Bundesregierung in Washington, da diese verfassungsmäßig nur den Luftverkehr zu regeln hat, der mehrere Bundesstaaten gleichzeitig betrifft. Es entfällt damit z. B. schon jede Einwirkung auf die flugsicherungstechnischen Einrichtungen der Flughäfen usw.

stück des umfassenderen europäischen Flugsicherungsnetzes ist, dessen Aufbau in allen wesentlichen Teilen einheitlich ist. Aus den verschiedenen Sprachgebieten ergab sich die Forderung, den gesamten Funkverkehr telegraphisch unter Benutzung von zwischenstaatlich vereinbarten Schlüsselgruppen durchzuführen.

Ein Gegenstück hierzu finden wir in den V. S. Amerika. Dort haben wir ein einheitliches Staatsgebiet vor uns, in dem nur eine Sprache gesprochen wird, und dessen Riesenentfernungen für einen großzügig ausgebauten Luftverkehr wie geschaffen sind. Abb. 1 zeigt uns den Vergleich zwischen der Gebietsfläche der V. S. Amerika und Europa. Daraus ist erkennbar, daß die Entfernungen zwischen den äußeren Grenzen Europas

¹⁾ ETZ 58 (1937) H. 33, „Reichsflugsicherung“.

Die Bundesregierung hat es unter diesen Umständen für richtig gehalten, dem Luftverkehr Streckensicherungseinrichtungen für ein großzügig ausgebautes Bundes-Luftstraßennetz (Federal Airways System) zur Verfügung zu stellen, das durch seine Befeuerungs-, Fernschreib- und Funkeinrichtungen einen wesentlichen Rückhalt für den amerikanischen Luftverkehr darstellt. Diese aber bilden nur einen Teil des amerikanischen Flugsicherungsnetzes. Für die Bodenfunkleinrichtungen zum Verkehr mit den Flugzeugen sowie die gesamte Bordfunkausrüstung haben die Luftverkehrsgesellschaften selbst zu sorgen. Den Flughafenen unternehmern liegt es schließlich ob, die notwendigen flugsicherungstechnischen Einrichtungen auf den Flughäfen zu beschaffen und zu betreiben. Auf die Verhältnisse wird nachstehend noch näher eingegangen werden.

des Department of Commerce in Washington. Ausgenommen ist der Flugwetterdienst, der mit dem übrigen Wetterdienst beim Department of Agriculture zusammengefaßt ist. Doch besteht zwischen den Dienststellen der beiden Behörden auf den Flughäfen eine enge Zusammenarbeit. Am Luftverkehr beteiligt sind z. Z. 23 Gesellschaften, von denen die bedeutendsten die American Air Lines Inc. (AA), die Transcontinental and Western Air Lines Inc. (TWA), die United Air Lines Inc. (UAL), die Eastern Air Lines (EAL) und die Pan American Airways (PAA) sind. Die letztere betreibt insbesondere den Luftverkehr nach Ländern außerhalb der V. S. Amerika. Das Gesamtstreckennetz betrug 1937 46 500 km (Netz einschließlich Flugstrecken ins Ausland: 65 000 km). Außerdem waren etwa 8000 Privatflugzeuge in den V. S. Amerika zugelassen. Das Bestreben im Luftverkehr geht darauf



Abb. 3. Fernschreib- und Funkverbindungen des Bureau of Air Commerce.

Das amerikanische Flugsicherungswesen befindet sich z. Z. wie die gesamte Bodenorganisation in einem gewaltigen Ausbau. Eine größere Reihe von Unfällen im Winter 1936/37 hat zu einer sorgfältigen Untersuchung der Mängel der bisher bestehenden Organisation und den erforderlichen Entschlüssen zu deren Behebung geführt. Noch nicht abgeschlossen sind die Bestrebungen der Bundesregierung, durch die Gesetzgebung auf die technische Gestaltung der Flughafeneinrichtungen, soweit sie für das Bundes-Luftstraßennetz von Bedeutung sind, stärker als bisher Einfluß zu nehmen. Dies hat sich mehr und mehr als notwendig herausgestellt, um eine Einheitlichkeit in der Frage eines geeigneten Schlechtwetter- und Blindlandesystems zu erzielen.

Vor Behandlung der Flugsicherungstechnik in den V. S. Amerika ist ein kurzer Überblick über die allgemeine Luftfahrtorganisation zum besseren Verständnis zweckdienlich. Die Leitung der gesamten Zivilluftfahrt liegt in Händen der Luftfahrtabteilung (Bureau of Air Commerce)

hinaus, bei steigender Geschwindigkeit und Vergrößerung des Nutzungsraumes der Flugzeuge eine hohe Verkehrsleistung durch täglich mehrfaches Befliegen der Strecken zu erzielen. Einen Überblick über die Entwicklung der letzten Jahre gibt die nachstehende Zahlentafel 1.

Zahlentafel 1. Entwicklung des Luftverkehrs in den V. S. Amerika.

Jahr	Flugzeuge	geflogene Strecken in 1000 km	Fluggäste	Expressgut in 1000 kg	Post in 1000 kg
1934	518	1220	561 400	1565	3570
1935	459	1590	860 800	2500	6250
1936	412	1830	1 146 100	3780	8050

Die Zahl der Flughäfen und Landeplätze in den V. S. Amerika beträgt z. Z. rd. 2500, die meisten Flughäfen sind in städtischer Verwaltung. Im ganzen sind 173 Verkehrsflughäfen an das Luftstraßennetz angeschlossen.

II. Flugsicherungseinrichtungen des Bundes-Luftstraßennetzes.

Das öffentliche Luftstraßennetz in den V. S. Amerika, dessen Ausdehnung aus Abb. 2 hervorgeht, hat z. Z. eine Gesamtlänge von 35 200 km. Die Luftstraßen, deren Breite rd. 80 km beträgt, sind dadurch eindeutig gekennzeichnet, daß ihrem Zuge die Streckenbefeuerung, die Leitstrahlfunkfeuer, die Hilfslandeplätze und die Fernschreibleitungen zwischen den Hauptverkehrsflughäfen folgen. Diese Einrichtungen sind durch das Department of Commerce zur Verfügung gestellt worden. Im Sommer des Jahres 1937 waren vorhanden:

Umlaufende- und Blinkfeuer (Streckenfeuer) . . .	1918 ²⁾
Beleuchtete Hilfslandeplätze	284
Streckenfernmeldestellen (Fernschreib- und Funkstellen)	266
Wetterrundsprachsender	80
Leitstrahl-Streckenfunkfeuer	146
Markierungsfunkfeuer	57

Für die Sicherung der Nachtflugstrecken sind Hilfslandeplätze in Abständen von etwa 80 km voneinander vorgesehen; sie besitzen Rollbahnen, die je nach der Höhenlage des Landeplatzes verschieden lang sind. Die Hilfslandeplätze sind sämtlich befeuert (Umrandungs- und Hindernisbefeuerung) und haben zum Teil Markierungsfunkfeuer mit oder ohne Leitstrahl (vgl. S. 140).

Das Fernschreibnetz verbindet heute fast alle Flughäfen und Streckenlandeplätze des Luftstraßensystems miteinander; einige Funklinien, die noch bestehen, sollen in Kürze ebenfalls auf Fernschreibbetrieb umgestellt werden. Abb. 3 zeigt einen Überblick über das heutige Gesamtnetz der Fernschreib- und Funkverbindungen. Der wesentliche Unterschied des Fernschreibsystems in den V. S. Amerika gegenüber dem europäischen System besteht darin, daß stets alle Fernschreiber einer Teilstrecke parallel geschaltet sind, so daß die von einer Fernmeldestelle abgegebenen Meldungen zugleich

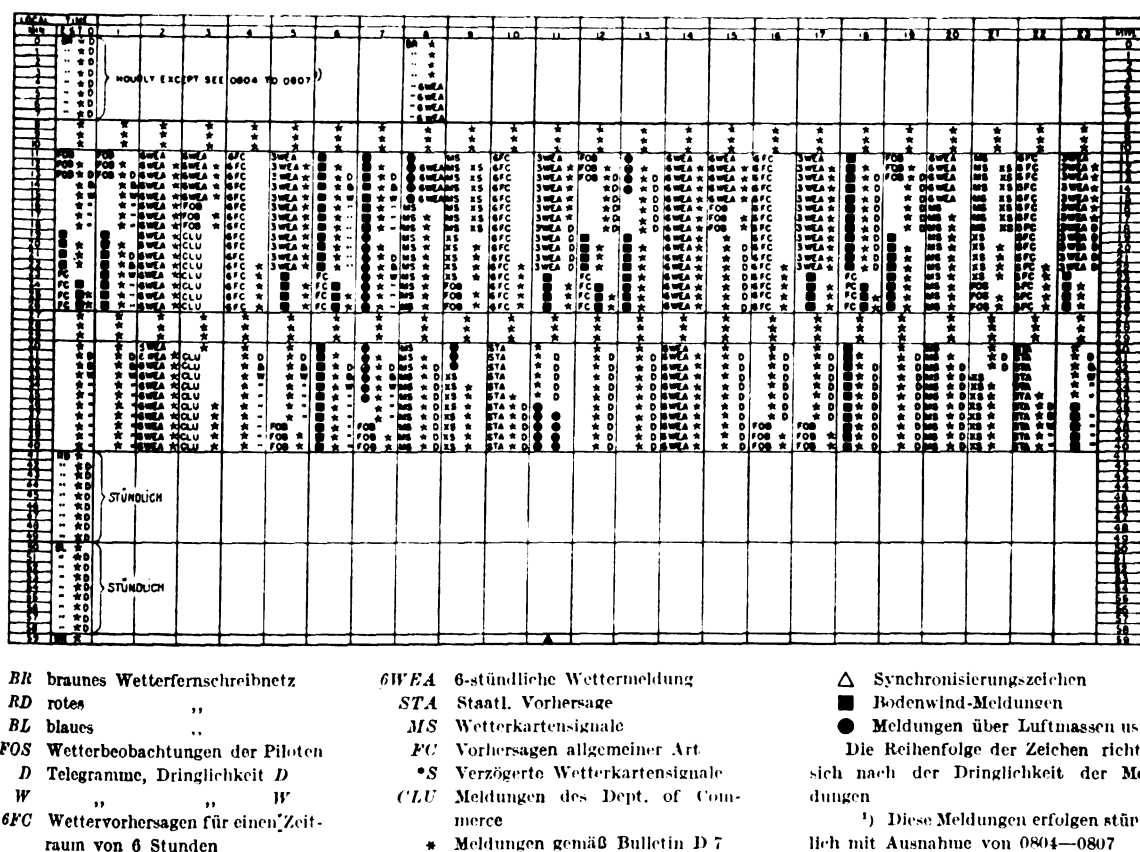


Abb. 4. Verkehrsplan für das Fernschreibnetz des Bureau of Air Commerce.

Die Streckenfeuer sind Drehfeuer mit einem 24 Zoll-Parabolspiegel (610 mm Dmr.), die mit einer 500 Watt-Lampe etwa 1 500 000 Kerzen an Lichtstärke erzeugen. Ein neues Modell eines Streckenfeuers besitzt einen Durchmesser von 36 Zoll (910 mm) und zwei Linsen. Hierdurch werden zwei Lichtkegel erzeugt, die um 180° gedreht sind. Alle Drehfeuer sind mit selbsttätigen Lampenwechselvorrichtungen versehen. Jedes Feuer kehrt in der Minute sechsmal wieder. Zur Kennzeichnung, ob beleuchtete oder unbeleuchtete Hilfslandeplätze in der Nähe sind, befinden sich Zusatzfeuer verschiedener Farben bei den Streckenfeuern. Hierbei bedeutet ein rotes Feuer, daß Hilfslandeplätze nicht in der Nähe vorhanden sind. Ein grünes Feuer weist auf beleuchtete Hilfslandeplätze, ein gelbes auf unbeleuchtete hin. Die Drehfeuer sind ergänzt durch Richtungsfeuer, die die Richtung der befeuerten Nachtflugstrecken angeben sollen; sie sind etwa 16 bis 24 km voneinander entfernt und auf Eisentürmen von 17 bis 28 m Höhe angebracht.

²⁾ Dazu 410 privat betriebene Feuer.

allen anderen Stellen der Fernschreiblinie zugehen. Diese Maßnahme hat sich besonders für das Wettermeldewesen als zweckmäßig herausgestellt, um die Beobachtungen der Wettermeldestellen nacheinander abgeben zu können und sie zugleich allen anderen Stellen der Teilstrecke zugänglich zu machen. Auf der Strecke Washington—Atlanta werden so die Wetterbeobachtungen stündlich einmal nacheinander wie folgt abgegeben von:

Washington . . . (Wa)	Charlotte . . . (CF)
Quantico . . . (NQN)	Spartanburg . . . (SU)
Richmond . . . (RW)	Anderson . . . (AS)
So. Boston . . . (SB)	Jefferson . . . (JF)
Greensboro . . . (SW)	Atlanta . . . (AG)

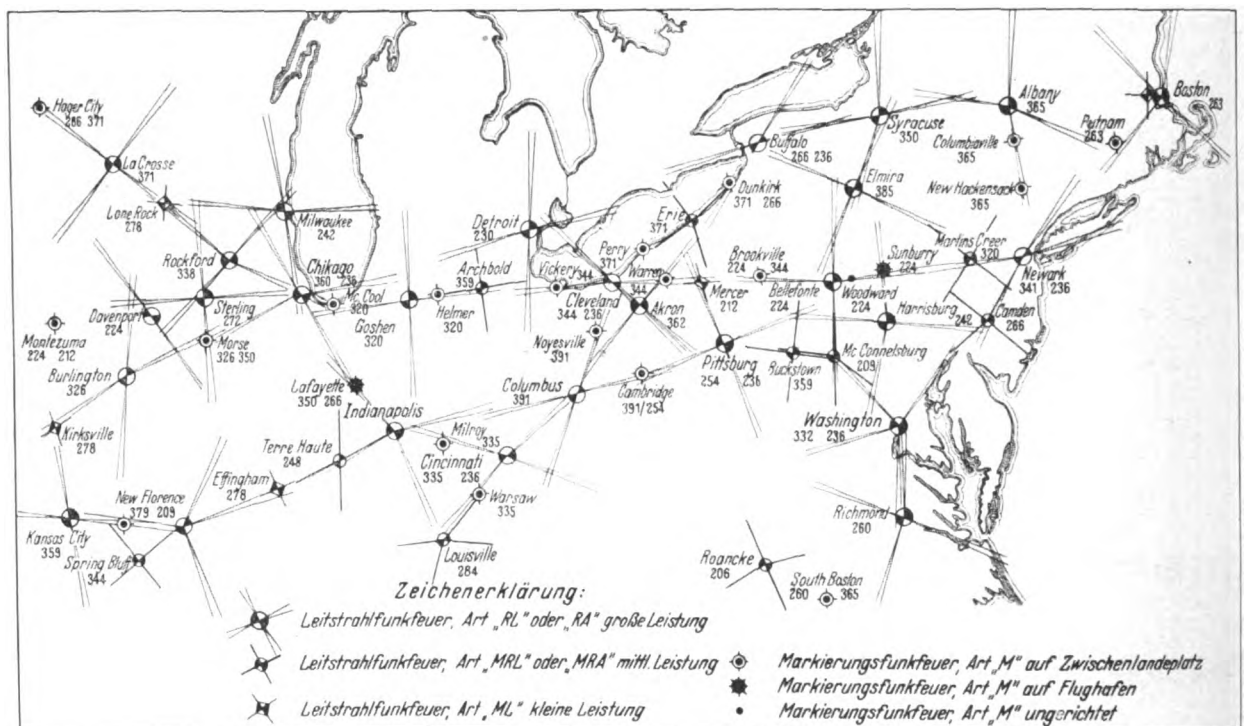
In Atlanta bzw. Washington befindet sich je eine Fernschreibzentrale, von der die gesammelten Meldungen nach Lochstreifenempfang an eine Reihe anderer teiliger Flughäfen weitergegeben werden. Das Ganze vollzieht sich nach einem Plan in bestimmten Minutenzeiten jeder Stunde (vgl. Abb. 4). Beim Besuch der Fern-

schreibstellen hat man den Eindruck, als ob die Fernschreiber ununterbrochen liefen. Es werden ausschließlich Blattschreiber verwendet.

Unterschiedlich von diesem Fernschreibnetz, das im allgemeinen das „schwarze“ Netz genannt wird, dient das „weiße“ Fernschreibnetz, wie noch ausgeführt werden wird, der Überwachung der Bewegungsvorgänge.

Die Wetterrundsprachsender arbeiten auf Mittelwellen zwischen 200 und 400 kHz; und zwar entweder auf 236 kHz oder auf der Welle des Leitstrahlfunkfeuers, mit dem sie in einer Funksendestelle vereinigt sind. Die Wettermeldungen werden einmal stündlich funktelegraphisch ausgestrahlt, und zwar unter Fernbesprechung des Senders von der Fernmeldestelle des Department of Commerce. Der Funkbeamte gelangt in den Besitz dieser Wettermeldungen durch die Beobachtungen am Ort und die Folge der auf der Fernschreib-

Ausführung von 80 km Reichweite. Daneben sind sog. Markierungsfunkfeuer (marker beacons) in Gebrauch, die teils als ungerichtete Sender arbeiten und den Übergangspunkt von einem Leitstrahlfunkfeuer auf das nächste anzeigen oder gleichfalls als Leitstrahlfunkfeuer den Anflug der Streckenlandeplätze auf Nachtflugstrecken erleichtern sollen. Die Markierungsfunkfeuer arbeiten auf Wellen, die zwischen den Wellen der benachbarten Leitstrahlfunkfeuer liegen. Dieses Funkfeuersystem hat mehrere betriebstechnische Mängel, um deren Beseitigung das Department of Commerce eifrig bemüht ist. Es unterliegt z. B. dem Dämmerungs- und Nachteffekt sehr stark; der Leitstrahl fängt dann an zu schwingen und wird navigatorisch unbrauchbar. Abhilfe wird heute durch allgemeine Einführung sog. TL - Antennenanlagen geschaffen. Diese bestehen aus vier in den Eckpunkten eines Quadrats mit 130 m Seitenlänge aufgestellten Eisentürmen (Höhe 38 m), denen die



Die Zahlen bei den Stationsnamen geben die Leitstrahlfrequenz an

Abb. 5. Leitstrahl-Funkfeuernetz im nordöstlichen Teil der V. S. Amerika.

teilstrecke übermittelten Wetterbeobachtungen anderer Stellen. Hieraus entnimmt er nach einem besonderen Plan die vorgeschriebenen Stationsmeldungen und spricht sie den Flugzeugen einseitig zu.

Der größte Teil der Wetterrundsprachsender ist mit den Leitstrahlfunkfeuern auf den Flugstrecken (radio range beacons) räumlich in einer Funksendestelle vereinigt. Es sind dies bisher größtenteils noch Funkfeuer, die mit Hilfe zweier wechselseitig im Rhythmus der Morsezeichen a und n getasteter Rahmenantennen vier feste Leitstrahlen erzeugen. Zwei von diesen liegen stets in Richtung der Luftstraße; die beiden anderen sind in der Regel so gelegt, daß sie Leitstrahlen anderer Flugstrecken kreuzen, die auf diese Weise „Funkbezugspunkte“ erhalten. Die Leitstrahlfunkfeuer arbeiten auf verschiedenen Wellen zwischen 200 und 400 kHz. Einen Überblick über den nordöstlichen Teil des Funkfeuernetzes der V. S. Amerika gibt Abb. 5. Zur besseren Unterscheidung der Funkfeuer ist alle 30 s ein Unterscheidungssignal (Morsezeichen) in die Leitstrahlendung eingeleitet, z. B. WA (— — . —) für Washington.

Bei den Leitstrahlfunkfeuern dieser Art ist zu unterscheiden zwischen solchen großer Leistung mit einer Mindestreichweite — unter Verwendung eines genormten Bordempfängers — von 160 km und einer mittleren

Energie vom Sender über Hochfrequenzkabel (Transmission Line) zugeführt wird. Den Grundriß einer solchen Anlage zeigt Abb. 6. Das mit dieser Anlage erzeugte Richtdiagramm ist das gleiche wie das eines Doppelrahmens; die Strahlschwankungen sind aber auf einen Wert von etwa 4° max. herabgesetzt, der für die Streckennavigation noch tragbar ist. In der Mitte des durch die vier Türme gebildeten Quadrats befindet sich ein weiterer Turm, der — gleichfalls durch Hochfrequenz gespeist — für die Wetteraussendungen bestimmt ist. Diese werden dabei in der Regel nach kurzer Ankündigung auf der Welle des Leitstrahlfunksenders auf Welle 236 kHz ausgestrahlt. Neuerdings ist auch dieses System durch Einführung des sog. Simultantriebs noch dahin verbessert worden, daß Leitstrahl- und Wettersendung auf der gleichen Welle stattfinden. Dazu werden die Wettersendungen mit der Grundfrequenz f_c ausgestrahlt, während der Leitstrahl durch Wechselastung der Frequenz $f_c + 1020$ Hz gebildet wird. Hierdurch sollen Behinderungen vermieden werden, die durch die stündlich einmalige Unterbrechung der Leitstrahlendung zur Übermittlung des Wetternachrichtendienstes hervorgerufen werden. An Bord wird der Empfänger auf die Grundfrequenz f_c abgestimmt. Gleichzeitig wird aber auch der um 1020 Hz in der Frequenz höherliegende Leitstrahlsender empfangen. Um beide zu trennen, liegen im

Ausgang des Senderfrequenzteils des Bordempfängers Filter, die entweder nur die Wetter- oder die Leitstrahlensendungen durchlassen. Dies geschieht in der Weise, daß der erste Pilot die Leitstrahlensendung und der zweite Pilot die Wettersendung aufnimmt, oder daß die Leitstrahlensendung auf ein Anzeigegerät geschaltet wird, während der Pilot die Wettermeldung abhört. Der größte Teil der Leitstrahlungsfunkfeuer der V. S. Amerika soll 1938 auf dieses System umgestellt werden. Um Leitstrahlungspaltungen zu verhindern, geht man neuerdings dazu über, am Fußpunkt der Antennenmaste ebene Drahtnetze auszuspannen, die geometrisch definierte Äquipotentialflächen liefern.

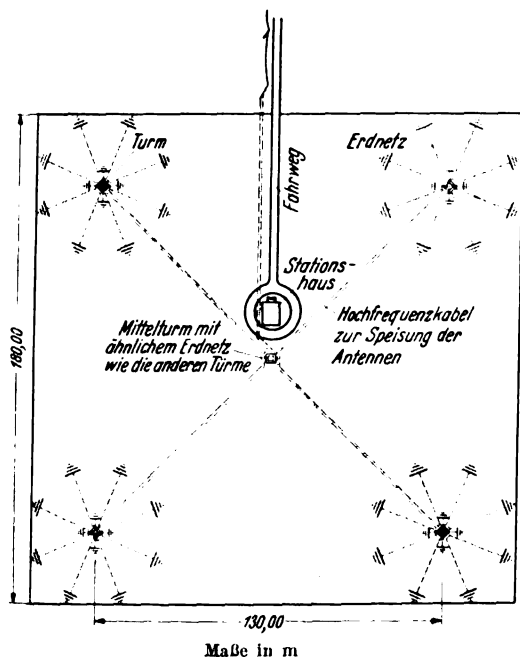


Abb. 6. Grundriß einer TL-Antennenanlage.

Die Leitstrahlungsfunkfeuer haben unter normalen atmosphärischen Bedingungen den Vorteil, bei Flügen ohne Sicht nicht nur die Luftstraße als solche eindeutig festzulegen, sondern auch den jeweiligen Stand der Fortbewegung auf der Flugstrecke erkennen zu können, und zwar mit Hilfe der sog. „Funkbezugspunkte“. Dies sind einmal die bereits erwähnten Schnittpunkte zweier Leitstrahlen, ferner die Markierungsfunkfeuer und schließlich die „Schweigezone“ (zone of silence) oberhalb der Leitstrahlungsfunkfeuer selbst. Hier setzt der Empfang nach kurzzeitigem Anschwellen der Lautstärke plötzlich aus und kehrt nach einigen Sekunden sehr lautstark wieder. Leider ist diese Anzeige nicht eindeutig, wenn atmosphärische Störungen den Empfang behindern. Das Department of Commerce hat daher ein Markierungsfunkfeuer besonderer Art geschaffen, den sog. Z-Marker, der auf der Ultrakurzwelle 75 MHz arbeitet und in der „Schweigezone“ der Leitstrahlungsfunkfeuer eine senkrecht gerichtete Strahlung erzeugt. An Bord bewirkt der Z-Marker, der mit 3000 Hz moduliert ist und mit fünfmaliger Unterbrechung je Sekunde arbeitet, eine Anzeige sowohl optisch (Aufleuchten einer Lampe) als auch akustisch durch Kopfhörer. Dieser Z-Marker gewinnt als äußerer und innerer Nahbezugspunkt — auch außerhalb des Standortes der Leitstrahlungsfunkfeuer — z. T. große Bedeutung für die Durchführung des Bewegungskontrollverfahrens bei Schlechtwetterlagen (s. S. 143). Die neuesten Arten der Markierungsfunkfeuer sind die „Fan airways markers“ (ebenfalls auf 75 MHz), die in einer Entfernung von 40 bis 50 km von den Flughöhen eine Strahlungswand quer über einen Leitstrahl werfen. Sie sollen in erster Linie als „Wartepunkte“ vor dem Anflug eines Flughafens bei Schlechtwetterlagen verwendet werden.

Neuerdings sind Bestrebungen im Gange, das Leitstrahlungsfunkfeuernetz durch ein Fremdpeilnetz euro-

päischen Systems zu ergänzen. Anlaß dafür war die Erkenntnis, daß trotz bester Schulung eine vorzugsweise auf Leitstrahlpeilung aufgebaute Navigation bei Schlechtwetterflügen nicht ausreicht. Wenn besondere Umstände mitwirken, wie starke Böigkeit, Vereisung usw., ist es für die Flugzeugführer außerordentlich schwer, sich nach den Leitstrahlen allein richtig zu orientieren. Dies haben die Unfälle während des Winters 1936/37 deutlich gezeigt. Gewisse Abhilfe schafft bereits ein heute von den Verkehrsflugzeugen allgemein mitgeführtes Zielfluggerät, dessen Anwendung durch das Streckenfunkfeuernetz in den V. S. Amerika sehr vereinfacht ist. Die Mängel dieses Gerätes sind bekannt: Es unterliegt auch den Dämmerungs- und Nachteffekten und ist daher nur beschränkt einsatzfähig. Die Einführung des Fremdpeilsystems ist in den V. S. Amerika nicht gerade einfach zu nennen, da vom Flugzeug aus nur auf Kurzwelle gesendet wird. Es sind daher am Boden Kurzwellen-Adcockanlagen notwendig. Über Netzgestaltung und Einsatz, der durch das Department of Commerce veranlaßt werden soll, sind endgültige Entschlüsse noch nicht gefaßt worden.

Die Leitstrahlungsfunkfeuer in der Nähe der Verkehrsflughäfen befinden sich in der Regel in einer Entfernung von 3 bis 5 km vom Rollfeldrand, wobei jeweils einer der Leitstrahlen über das Rollfeld verläuft (Abb. 7). Diese

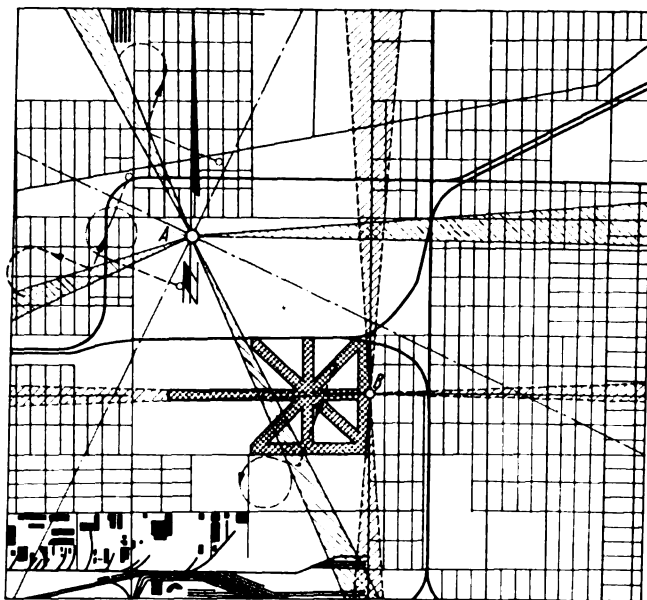


Abb. 7. Leitstrahlungsfunkfeuer in der Nähe eines Flughafens.

Maßnahme ist getroffen worden, um die Schlechtwetterlandungen zu erleichtern. Für diese gelten in den V. S. Amerika ziemlich einschränkende Bestimmungen. Zur Zeit darf auf keinem amerikanischen Flughafen mehr gelandet werden, wenn die Wolkenhöhe unter 400 Fuß, d. s. 135 m, absinkt. Eine Landung ist unter diesen Bedingungen in Europa bekanntlich kein Problem mehr. In den V. S. Amerika wirkt sich diese Bestimmung dahin aus, daß häufig längere Zeit im Winter ein Flughafen überhaupt nicht angefliegen werden kann. Immerhin erleichtern die Leitstrahlungsfunkfeuer bei diesen Wolkenhöhen die Landung sehr. Der Flugzeugführer fliegt den Flughafen auf einem vorher bestimmten Leitstrahl und in einer ebenfalls vorher festgelegten Höhe an und geht nach Erreichen des Leitstrahlungsfunkfeuers (zone of silence, Z-marker) so weit herunter, bis er die Wolkendecke durchstoßen hat. Dieses Verfahren ist wegen der vorgeschriebenen Mindestwolkenhöhe ziemlich gefahrlos.

Natürlich ist man in den V. S. Amerika keineswegs mit diesem Landesystem zufrieden und strebt die Einführung eines einheitlichen Blindlandesystems an. Hierfür hat das Radio Technical Committee for Aero-

navitics (RTCA) einen Unterausschuß des National Advisory Committee for Aeronautics unter Beteiligung der Luftfahrtbehörde, der Luftverkehrsgesellschaften und der Funkindustrie eingehende Forderungen wie folgt festgelegt:

- Die Wellenlänge des Ansteuerungsfunkfeuers soll in dem Bereich 92 bis 96 MHz oder 108 bis 112 MHz liegen, die Strahlbreite $1,5^\circ$ nicht übersteigen. Die Leistung soll so bemessen sein, daß der Nutzbereich bei 1000 m Flughöhe 35 km nicht übersteigt, der Strahl darf keine Krümmung oder Spaltung aufweisen.
- Durch den gleichen oder zweiten Sender soll ein Gleitweg erzeugt werden, der einen stetigen Verlauf hat und eine senkrechte Führung der Flugzeuge bis zum Boden gestattet. Bei besonderem Gleitwegsender soll dieser im Wellenbereich 92 bis 96 MHz arbeiten.
- Die Einflugzeichen sollen auf 75 MHz betrieben werden, und zwar soll ein Voreinflugzeichen auf dem Anflugkurs an der Stelle vorgesehen werden, wo der Gleitweganflug zweckmäßig beginnt. Das Haupteinflugzeichen ist am Platzrand anzuordnen.

Auffällig ist zunächst die Wellenwahl. Die zuständige Aufsichtsbehörde für das Fernmeldewesen, die Federal Communications Commission (FCC), erklärt dazu, daß sie den in Europa für Landefunkfeuer verwendeten Wellen-

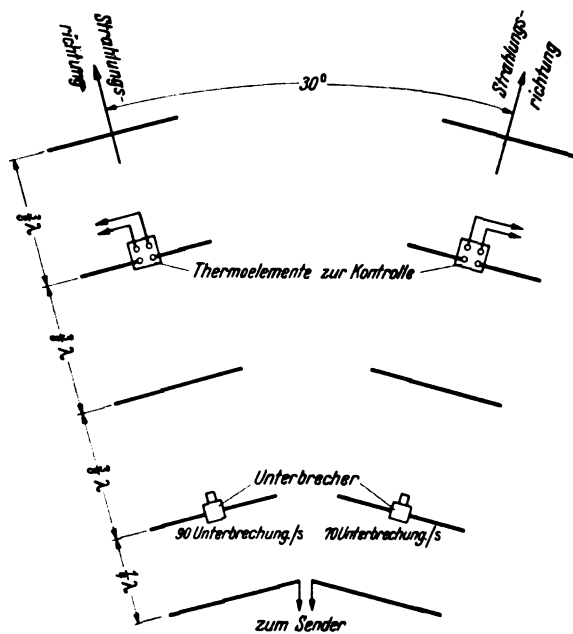
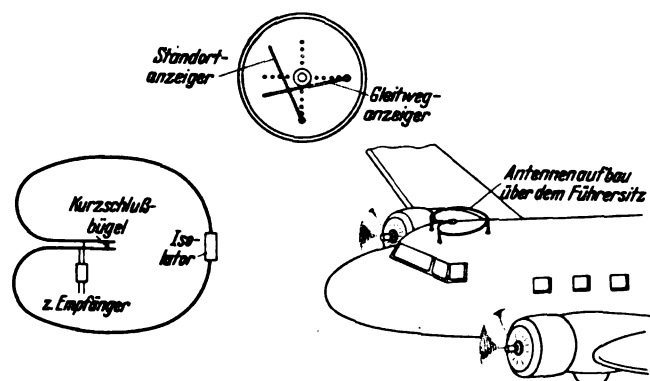


Abb. 8. Bendix-Blindlandesystem.

bereich von 30 bis 40 MHz nicht für zweckmäßig halte, da diese Wellen Raumwirkungen auf große Entfernungen zeigten und somit wegen der zu erwartenden gegenseitigen Störungen für Blindlandezwecke ungeeignet wären. Ferner ist die Leitstrahlbreite geringer als beim europäischen Einheitssystem. In den V. S. Amerika wird diese

Strahlbreite mit der Notwendigkeit begründet, auf den sog. Rollbahnen (runways) landen zu müssen; auch ließe das an Bord vieler amerikanischer Verkehrsflugzeuge benutzte Selbststeuergerät eine größere Strahlbreite nicht zu. Schließlich steht die Forderung, einen Gleitweg für die Landung zu verwenden,

nicht in Einklang mit der europäischen Auffassung, wonach eine Gleitweglandung wegen der ihr anhaftenden grundsätzlichen Mängel für die allgemeine Einführung nicht in Frage kommt. Auch hier ist für die V. S. Amerika die Forderung, nach einer Horizontal- und Vertikalanzeige mit dem Selbststeuergerät bei völlig fehlender Sicht zu landen, entscheidend.

Die Forderungen des R.T.C.A. werden z. Z. am weitestgehenden durch ein von der Bendix Radio Corporation in Verbindung mit den Transcontinental and Western Airlines und den United Airlines entwickeltes System erfüllt. Antennenauf-

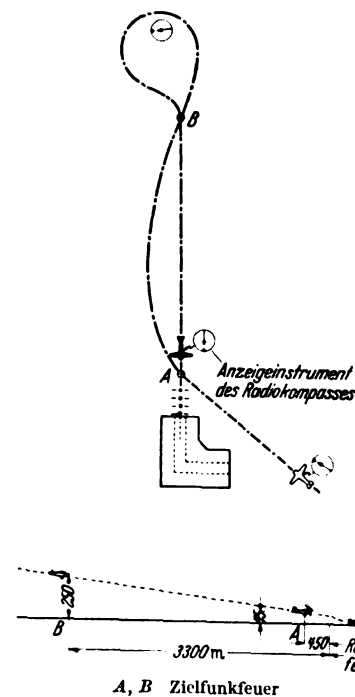


Abb. 9. Blindlandeverfahren nach Hegenberger (U. S. Army-System).

bauten an Boden- und Bordanzeige gehen aus Abb. 8 näher hervor. Das System sieht eine Nirsichtanzeige an Bord vor im Gegensatz zu der in Europa eingeführten Sicht- und Höranzeige. Auch das durch Vermittlung der International Telephone and Telegraph Corp. in den V. S. Amerika in Wettbewerb stehende Funklandesystem der C. Lorenz A. G. hat nach Anpassung an die Forderungen der R.T.C.A. Aussicht, berücksichtigt zu werden.

Der Vollständigkeit halber muß noch erwähnt werden, daß sich z. Z. noch zwei andere Systeme in Betriebserprobung befinden, nämlich das im Laufe der letzten Jahre wesentlich weiterentwickelte Funklandesystem des Department of Commerce und das verbesserte Hegenberger-System. Das erste arbeitet für den Ansteuerungsvorgang mit einem Mittelwellen-Leitstrahlfunkfeuer (TL-Simultanbetrieb), für den Gleitweg mit einem UKW-Sender auf Welle 91 MHz und für die Einflugzeichen mit Markierungsfunkfeuern auf Welle 75 MHz. Die Leitstrahlkonstanz dieses Systems wird durch die Luftverkehrsgesellschaften auch bei Verwendung von TL-Antennen nicht für ausreichend angesehen. Das „Hegenberger-System“ arbeitet dagegen mit Richtempfang an Bord (Zielfluggerät) und einigen, in bestimmten Abständen vom Rollfeld aufgestellten Zielflugfunkfeuern (Mittelwelle), die durch je ein UKW-Markierungsfunkfeuer ergänzt sind. Das Anflugverfahren geht aus Abb. 9 hervor. Neuerdings ist das System, das übrigens von der Heeresluftfahrt entwickelt wurde, dadurch verbessert worden, daß es nach Einführung weiterer Zielflug- und Markierungsfunkfeuer schaltungsmäßig mit dem Selbststeuergerät verbunden wurde. Auch das Hegenberger-Verfahren wird durch die Verkehrsluftfahrt in den V. S. Amerika abgelehnt.

Es ist naheliegend, daß das Department of Commerce an der Einführung eines einheitlichen Blindlandesystems in den V. S. Amerika besonders interessiert ist. Ob dies durch die Luftfahrtbehörde geschehen kann oder ob man die Bereitstellung den Flughafenunternehmern überlassen muß, hängt von dem Erfolg der schon angedeuteten ge-

setzlichen Neuregelung der Zuständigkeit in Flugsicherungsangelegenheiten ab.

Ein wichtiges Gebiet der Flugsicherung, das erst seit kurzem durch das Department of Commerce aufgegriffen worden ist, ist der Bewegungskontrolldienst auf den Luftstraßen. Ebenso wie in Europa hat man in den V. S. Amerika erkannt, daß man mit zunehmendem Schlechtwetterflug nicht ohne eine Regelung auskommen kann, die die Gefahren des Zusammenstoßens von Luftfahrzeugen herabmindert. Dazu hat man wie in Europa besondere Bezirkskontrollstellen (Airways Traffic Control Stations) auf den wichtigsten Flughäfen geschaffen. Die Bezirke sind insofern etwas abweichend von den europäischen Flugsicherungsbezirken, als sie nicht aneinandergrenzen, sondern sich gegenseitig überschneiden. So beginnt der Kontrollbezirk von Cleveland bereits in Chicago, dessen Bezirk wieder bis Cleveland reicht. Der Grund liegt darin, daß die Bewegungskontrolle sich fast ausschließ-

mit Angaben über Startzeit, beabsichtigte Flughöhe auf Strecke, errechneten Zeitpunkt des Eintreffens auf nächsten Landhafen usw. angekündigt werden muß. Die Kontrollstelle genehmigt den Start zu einem bestimmten Zeitpunkt und setzt zugleich die Flughöhe über den „inneren Nahbezugspunkt“ des betreffenden Flughafens nach Maßgabe gerade landender Flugzeuge fest. Der Flugplan geht über Fernschreiber an die Kontrollstelle des angegebenen Zielflughafens, die alsdann die Bewegungskontrolle übernimmt. Dazu hat das Flugzeug bei jedem Funkbezugspunkt eine Standortmeldung über die Funkstelle seiner Gesellschaft (Kettenfunkstelle der Aeronautical Radio Inc. s. später) an diese Kontrollstelle abzusetzen und die mutmaßliche Ankunftszeit mitzuteilen. Der Kontrollbeamte, der die Angaben laufend überprüft und die Bewegungsvorgänge überwacht, regelt danach Ankunftszeit und Flughöhen über den äußeren und inneren Nahbezugspunkten des eigenen Flughafens; diese

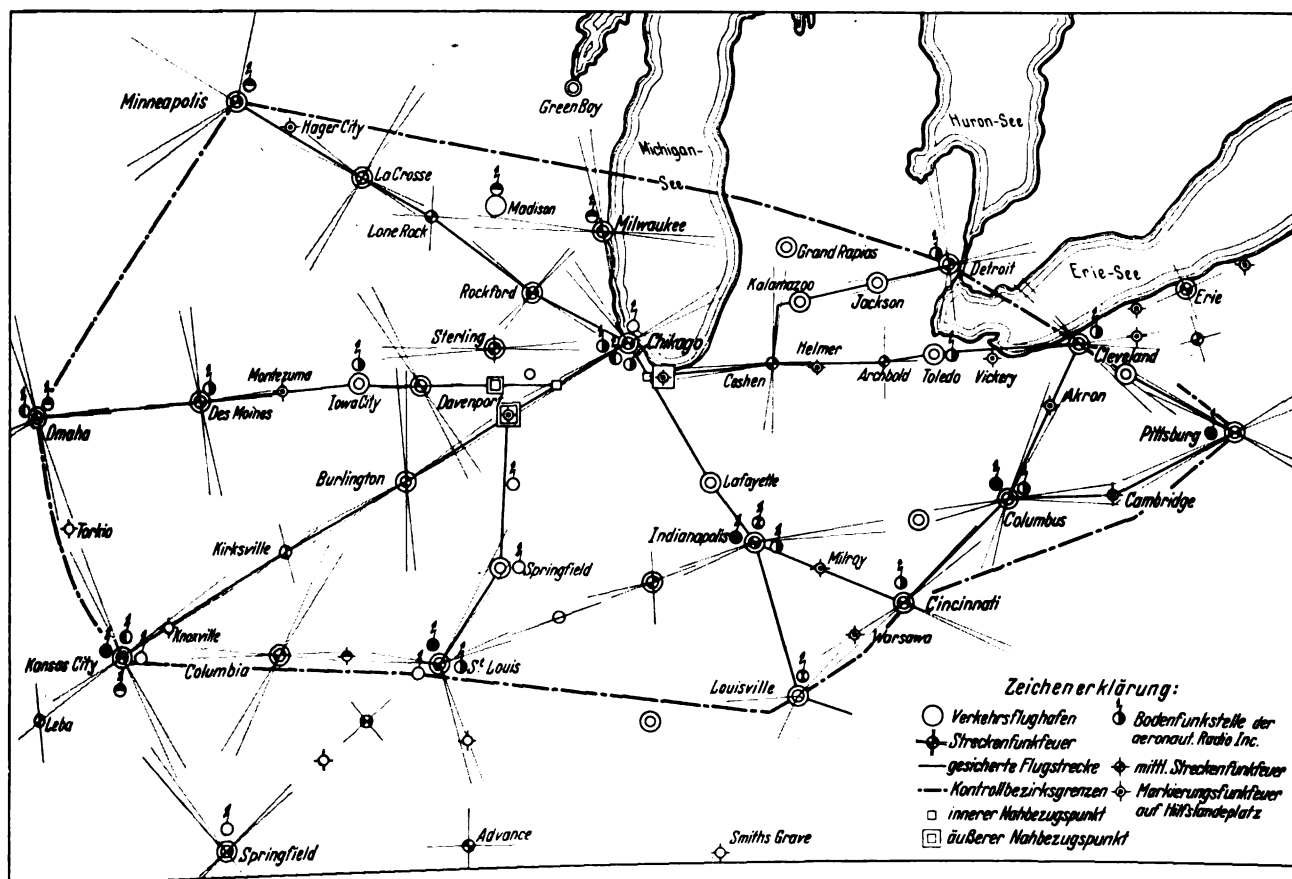


Abb. 10. Der Kontrollbezirk Chicago.

lich auf herankommende Flugzeuge erstreckt. Dies ist wiederum nur dadurch möglich, daß alle auf Gegenkurs fliegenden Flugzeuge auf Grund bestehender Vorschriften sich niemals in der gleichen Höhengschicht befinden können. Diese Vorschriften sind in dem zwischen den Luftfahrt-Behörden gemeinsam mit den Luftverkehrsgesellschaften ausgearbeiteten Consolidated Interline Safety Agreement and Airways Traffic Control Procedure vom 15. Dezember 1936 enthalten. Sie sehen vor,

- daß alle auf Kursen zwischen 0 und 179° mißweisend fliegenden Flugzeuge sich in Höhengschichten von ungeraden tausend Fuß (1000, 3000, 5000, 7000 usw.),
- daß alle auf Kursen zwischen 180 und 359° mißweisend fliegenden Flugzeuge sich in Höhengschichten von geraden tausend Fuß (2000, 4000, 6000 usw.)

bewegen müssen.

Die Kontrolle beginnt mit dem Start, der vorher der Kontrollstelle des Starthafens durch einen sog. Flugplan

sind für jede einmündende Flugstrecke festgelegt und umgeben wie ein doppelter Kranz den betreffenden Flughafen. Ein anschauliches Bild über den Kontrollbezirk Chicago gibt Abb. 10.

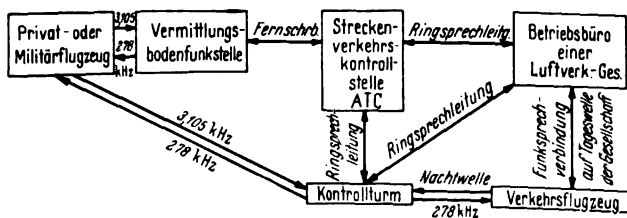


Abb. 11. Organisationsschema eines amerikanischen Verkehrsflughafens zur Kontrolle der Bewegungsvorgänge.

Die Hilfsmittel der Kontrollstelle sind eine waagrecht angeordnete große Kontrollkarte mit den eingetragenen Luftstraßen, auf denen kleine Flugzeugmodelle den Grad der Fortbewegung andeuten, ferner eine Wandtafel und

Formblätter für die Eintragung der Zeit und Höhenangaben.

Eigene Funkverbindungen für den Verkehr mit Flugzeugen besitzt die A.T.C. nicht. Sie ist vielmehr durch Ringsprechleitung mit den Funkstellen der Luftverkehrsgesellschaften am Ort oder auf benachbarten Flughäfen, dem Kontrollturm des Flughafens und der Flugfernmeldestelle des Department of Commerce verbunden und

nen Anrufwelle“ 3105 kHz an die dazu mit Empfänger und Lautsprecher ausgerüsteten Flugfernmeldestellen des Department of Commerce auf der Flugstrecke abzusetzen, die ihrerseits nur auf der Mittelwelle der nächsten Leitstrahl- oder Wetterfunkstelle antworten kann. Die Weitergabe der Nachricht an die A.T.C. muß auf dem Fernschreibnetz erfolgen. In ähnlicher Weise findet der Funkverkehr mit dem Flughafenkontrollturm statt (s. dort).

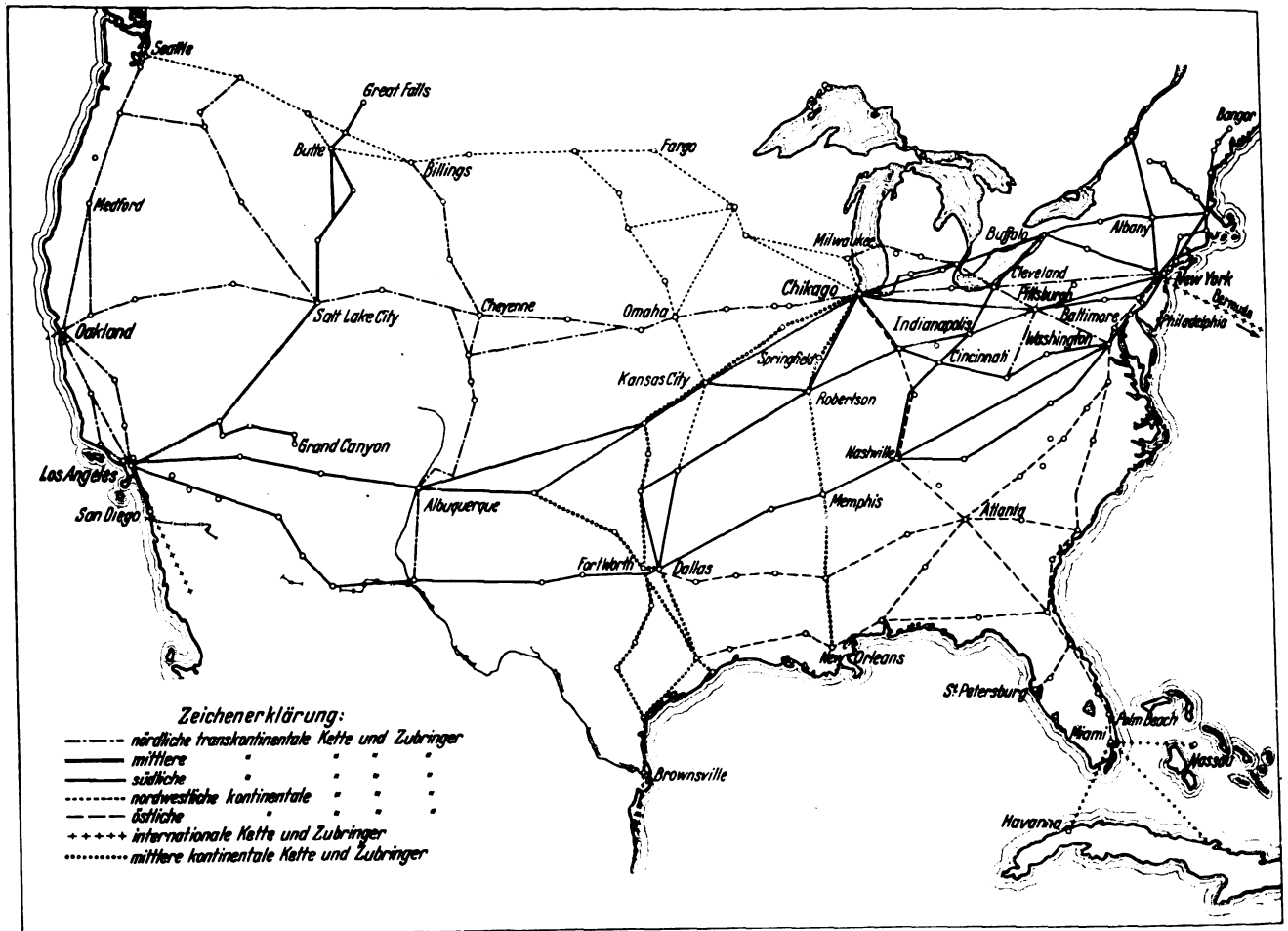


Abb. 12. Kettenfunkstellen der Aeronautical Radio Inc.

erhält durch diese Stellen alle erforderlichen Angaben; die Anweisungen der A.T.C. gehen über die gleichen Dienststellen an die Flugzeuge. Ein Schema dieser Organisation für einen Verkehrsflughafen zeigt Abb. 11. Zu bemerken ist noch, daß Sport- und Militärflugzeuge, die nicht die Bodenfunkstellen der Gesellschaften benutzen können, gezwungen sind, ihre Standortmeldungen auf der „natio-

Neuerdings sind alle wichtigeren Flughäfen in den V. S. Amerika mit oder ohne Kontrollstellen (auch Militärflughäfen) an ein besonderes Fernschreibnetz (weißes Netz) angeschlossen, das ausschließlich der Bewegungskontrolle dient. Für 1938 ist eine Netzgröße von 5800 km mit 35 Flughäfen, für später von 40 000 km mit rd. 300 Stationen vorgesehen. (Schluß folgt.)

Holzfeuchtigkeitsmesser.

621. 317. 39 : 674. 04

Innerhalb des Quellungsbereiches besteht ein annähernd linearer Zusammenhang zwischen der Holzfeuchtigkeit in % und dem Logarithmus des spezifischen Widerstandes; der Einfluß von Art, spezifischem Gewicht, Faserrichtung, Harz- und Aschengehalt ist demgegenüber von untergeordneter Bedeutung. Der neue Holzfeuchtigkeitsmesser¹⁾ beruht auf einer Widerstandsmessung; er besteht aus einem von Hand angetriebenen Gleichstromgenerator, von dem über den Widerstand der Holzprobe ein Kondensator bis zur Zündung einer Glühlampe aufgeladen wird. Da die Zündspannung der Glühlampe sehr viel kleiner ist als die Generatorspannung, steigt die Spannung am Kondensator annähernd linear an, und es kann die Zahl der Kurbel-

umdrehungen bis zur Zündung der Glühlampe als Maß für die Holzfeuchtigkeit angesehen werden. Diese Zahl wird an einer Zählsscheibe abgelesen und mit Hilfe einer Tafel in % Holzfeuchtigkeit umgewandelt. Die Holzprobe wird entweder zwischen Plattenelektroden in Form einer Schraubzwinge eingespannt, oder es werden Messerelektroden mit einem abziehbaren Handgriff in das Holz eingeschlagen. Die Messung ist in weiten Grenzen unabhängig vom Elektrodendruck und der Größe der Holzprobe und erreicht im Bereich von 6 bis 13% Feuchtigkeit eine Genauigkeit von $\pm 1\%$ Feuchtigkeit, im Bereich von 13 bis 23% eine Genauigkeit von $\pm 2\%$ Feuchtigkeit, wobei selbstverständlich gleichmäßige Feuchtigkeitsverteilung vorausgesetzt ist. Das Gerät ist auch für Sperrholz und für paraffinierte Hölzer, ferner für Holzmehl, Kork, Linoleum, Walfleischmehl, Wolle, Baumwolle, Vistra und Gemische aus diesen Stoffen geeignet. eb.

1) P. M. Pflieger, Siemens-Z. 17 (1937) S. 541; 5 S., 6 Abb.

der Gl. (2) können wir diese Bedingung folgendermaßen schreiben:

$$\alpha < \frac{R_2 - s_N X_G}{s_N (X_h + X_G) - R_2} \quad (5)$$

Ist diese Bedingung nicht erfüllt, so ist der Betrieb unmöglich. Im Hinblick auf die Überlastbarkeit muß man sich von dem Grenzfall noch weiter entfernen, wobei die

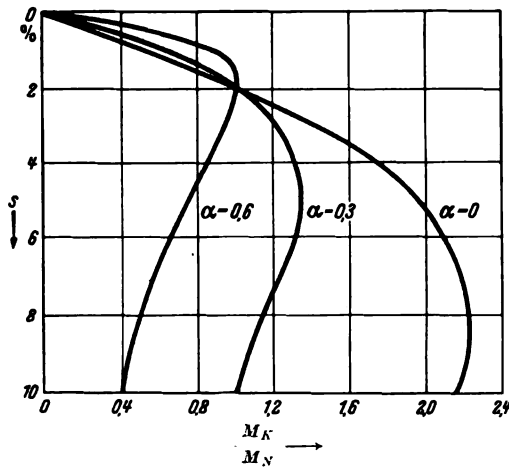


Abb. 3. Schlupf s über dem Quotienten M_K/M_N für verschiedene Werte α gemäß Gl. (4).

nötige Überlastbarkeit nach der Gl. (4) geprüft werden soll. Durch Versuch wurde an einem 10 PS-Motor mit zugehörigem Generator von 15 kVA eine Überlastbarkeit von 20 % gefunden. Die überschlägige Rechnung Gl. (4) ergab rd. 15 %.

Bei der Drehzahlregelung muß die Stabilitätsbedingung bei allen Drehzahlen erfüllt werden. Wir wollen jetzt

sehen, wie die für die Nenndrehzahl nach der Gl. (5) aufgestellten Stabilitätsbedingungen sich bei verschiedenen Regelungsarten mit der Drehzahl ändern. Der Läuferwiderstand ist für alle Drehzahlen gleich, die Blindwiderstände ändern sich entsprechend dem Drehzahlverhältnis n/n_1 . Bei der Regelung mit konstantem Moment und im Verhältnis $\sqrt{n/n_1}$ herabgesetzter Spannung ändert sich der Schlupf im Verhältnis n_1/n , der rechte Teil der Gl. (5) bleibt damit für alle Drehzahlen derselbe. Wird dagegen die Spannung im Verhältnis der Drehzahl n/n_1 geändert, was bei konstanter Erregung der Fall ist, so ändert sich der Schlupf im Verhältnis $(n_1/n)^2$. Der Wert von α muß bei niedriger Drehzahl wesentlich kleiner sein, d. h. bei der Regelung nach unten wird die Stabilitätsgrenze bald erreicht. Bei der Regelung mit quadratisch abnehmendem Moment und im Verhältnis $(n/n_1)^{3/2}$ reduzierter Spannung ändert sich der Schlupf im Verhältnis n_1/n , und die Stabilität wird bei allen Drehzahlen dieselbe. Ist dagegen die Erregung des Generators konstant und ändert sich die Spannung im Verhältnis der Drehzahl, so wird der Schlupf $s = s_1$, und wir erhalten bei niedrigen Drehzahlen einen stabileren Betrieb. Bei den höheren Drehzahlen wird die Stabilität schlechter, dieser Betrieb kommt aber wegen der Überlastung des Motors nicht in Frage.

Um bessere Stabilität zu bekommen, muß der Motor und besonders der Generator nicht zu knapp bemessen werden. Der Generator muß möglichst hoch gesättigt werden, um einen kleinen Wert von X_G zu haben.

Zusammenfassung.

Bei der Drehzahlregelung durch die Frequenz muß die Spannung je nach dem Verhalten des Belastungsmomentes geändert werden. Wird der speisende Generator nur wesentlich größer als der regelbare Motor, so ist besonders auf die Stabilität des Betriebes zu achten.

Das Haus der Entdeckungen auf der Pariser Weltausstellung.

Der Gedanke, die Entwicklung der Naturwissenschaften den Besuchern der Pariser Weltausstellung vor Augen zu führen, stammt von Prof. J. Perrin, unter dessen Vorsitz

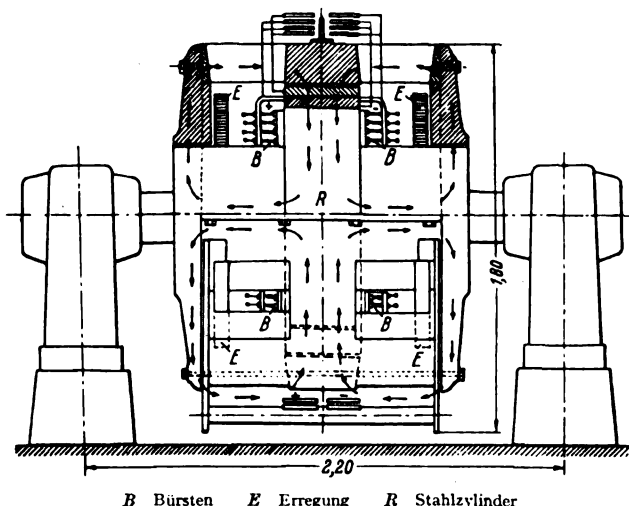


Abb. 1. Längsschnitt der Unipolarmaschine von Poirson.

die Internationale Vereinigung der Physiker, Chemiker und Biologen Anfang Oktober in Paris tagte. Auf einer Gesamt-

fläche von 25 000 m² sind, nach den verschiedenen Fachgebieten geordnet, die grundlegenden Versuche und Entdeckungen¹⁾ veranschaulicht. In der Abteilung Elektrostatik fesselt den Blick des Besuchers ein gewaltiger elektrostatischer Spannungserzeuger von Joliot und Lazard für 5 MV, der später für die Synthese radioaktiver Elemente Verwendung finden soll²⁾. Der ganze Aufbau ist mit einem schützenden Faradaykäfig von 15 m Höhe umgeben. Der Antrieb erfordert 10 kW, die Erzeugung der Hochspannung 4 kW. — Ein Gegenstück zu dieser Hochspannungsmaschine bildet in der Abteilung Elektromagnetismus eine Hochstrommaschine vom Unipolartyp (Abb. 1). Diese von Poirson erbaute Maschine liefert 50 000 A bei 14 V. Ein Stahlzylinder R ohne Wicklungen läuft mit 750 U/min in dem von den Erregerwicklungen E erzeugten magnetischen Felde um, auf seinen Stirnseiten wird der Gleichstrom über insgesamt 800 Bürsten B abgenommen. Zum Antrieb durch einen zweiphasigen Asynchronmotor werden 1000 kW, für die Erregung 4 V bei 200 A benötigt.

In der Abteilung Schwingungen (Schall, Kurzwellen, Licht) bilden die singende Bogenlampe, die Hertzschen Versuche mit 15 cm-Wellen und das Unterwasserschallgerät ebenso interessante Anziehungspunkte wie die zu herrlicher Farbenpracht erregten Kristalle in der Abteilung Kathoden- und Röntgenstrahlen. Im Rahmen dieses kurzen Berichtes muß es unterbleiben, näher und erschöpfend auf alles hier Gebotene einzugehen. Zrn.

¹⁾ A. Soulier, Génie civ. 111 (1937) S. 301 und Rev. gén. Electr. 42 (1937) S. 407; 14 S., 16 Abb.
²⁾ ETZ 58 (1937) S. 1245.

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 311. 21 (52) Eine neue Wasserkraftanlage in Japan.

— Die staatliche Eisenbahnverwaltung in Japan beabsichtigt, alle Eisenbahnlinien, die von Tokio ausgehen, auf den elektrischen Betrieb umzustellen. Zu diesem Zwecke wurde schon vor einigen Jahren ein großes Wärmekraftwerk in der Nähe von Tokio erbaut, das in Verbindung mit kleineren Wasserkraftanlagen alle Fern- und Stadtbahnlinien von Tokio mit Strom versorgt. Nunmehr ist zu denselben Zwecken das große Wasserkraftwerk Sente am Shinano in der Provinz Niigata im Bau, wo fünf Maschinensätze mit Turbinen von je 44 700 kW und Generatoren von je 31 000 kW zum Einbau gelangen. Man erwartet die Anlage im nächsten Jahr in Betrieb nehmen zu können. Bemerkenswert ist, daß drei jetzt fertiggestellte Maschinensätze vollständig in Japan hergestellt wurden. Die Turbinen sind für Fallhöhen zwischen 44 und 58 m bemessen. Es handelt sich um vertikalachsige Francis-Turbinen, die bei 58 m 44 700 kW leisten. Die Normalleistung beträgt 31 000 kW unter einer Nutzfallhöhe von 56,2 m und mit einer Schluckfähigkeit von 62,5 m³/s. Der größte Wirkungsgrad beträgt 0,92 bei 50 m Fallhöhe und 62,5 m³/s Betriebswassermenge. Drehzahl: 150 U/min; Durchgangsdrehzahl: 120 % der normalen; Laufraddurchmesser 3,74 m. Der äußere Durchmesser des stählernen Spiralgehäuses beträgt 12 m. Als Einlaufverschlüsse sind Drosselklappen mit einem Durchmesser von 4,5 m vorgesehen. Die Stahlpanzerung des Saugschlauches hat eine Stärke von 12 mm. Die Maschinenspannung der Generatoren beträgt 11 000 V, die Frequenz 50, der Wirkungsgrad 0,97. Der Läufer hat ein Schwungmoment von 6600 tm², um die Belastungsstöße des Bahnbetriebes mit geringster Drehzahländerung aufnehmen zu können. Das Läufergewicht beträgt 300 t. Als Kühlsystem ist Ringlaufkühlung vorgesehen. Zufolge der ungünstigen Wasserverhältnisse mußten alle Maschinenteile, die in direkte Berührung mit Wasser kommen, aus Sonderstahl hergestellt werden. [Engineer, Lond., 164 (1937) S. 546; 1½ S., 5 Abb.] F. O.

621. 315. 623. 7. 001. 42 Feststellung fehlerhafter Stützen-Isolatoren auf Holzmasten während des Betriebes.

Um die einwandfreie Isolationsfähigkeit von 8-kV-Stützen-Isolatoren auf Holzmasten während des Betriebes nachprüfen zu können, hat sich in einer Schweizer Anlage ein aus einer kleinen, in einem dunklen Kästchen eingeschlossenen Neonlampe bestehendes Gerät bewährt, das zwischen Mast und Erde eingeschaltet wird. Das Aufleuchten der Lampe zeigt dann infolge des durch sie fließenden Ableitungsstromes den fehlerhaften Isolator mit genügender Sicherheit an. [L. Martenet, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 28 (1937) S. 625; ½ S., 1 Abb.] W. W.

Geräte und Stromrichter.

621. 314. 27 : 621. 33 Die Wirkungsweise des Umrichters

im Unterwerk Basel der Wiesentalbahn. — Bei dem für die Wiesentalbahn entwickelten Umrichter wird die Annäherung der Einphasenspannung an die Sinusform durch Addition mehrerer Teilspannungen erzielt. Zwei trapezförmige Spannungen werden in zwei getrennten Teilumrichtern erzeugt und die 3. Spannung von 50 Hz dem Drehstromnetz unmittelbar entnommen. In Abb. 1 sind e_I und e_{II} die Trapezspannungen der beiden Teilumrichter, während e_{III} die Kompensationspannung von 50 Hz und e_2 die erzeugte Einphasenspannung von 162⅓ Hz ist. Die Schaltung des Umrichters ist in Abb. 2 dargestellt. Je zwei dreiphasige Sterne des 50-Hz-Transformators bilden mit einer Wicklung des Einphasentransformators zusammen einen Teilumrichter, wobei die Bezeichnungen der einzelnen Phasen denen der Abb. 1 entsprechen. Außer diesen 4 dreiphasigen Wicklungen besitzt der Drehstromtransformator eine Hilfswicklung zur Versorgung der Hilfsbetriebe und der Gittersteuerung. Die Kathoden beider Stromrichtergefäße sind geerdet und so geschaltet, daß jedes eine Halbwelle des Einphasenstromes liefert. Die in den Einphasentransformator eingebauten Stromwandler gehören zur Gittersteuerung.

Die Bildung der Einphasenspannung durch 2 Teilumrichter ergibt verschiedene Vorteile für die Ausnutzung der Transformatoren und Gefäße. Der drehstromseitige Leistungsfaktor ist wegen der Ströme netzfremder Frequenz zwar niedrig (0,65), doch ist der für die Belastung des Netzes maßgebende Verschiebungsfaktor recht hoch (0,85), so daß das speisende Netz durch den Umrichter nicht ungünstig belastet wird. Um dem Einphasenstrom die Möglichkeit zu geben, in jedem Augenblick unabhängig von der Richtung der Spannung jede Richtung annehmen zu können, müssen beide Stromrichtergefäße dauernd zur Stromführung bereit sein.

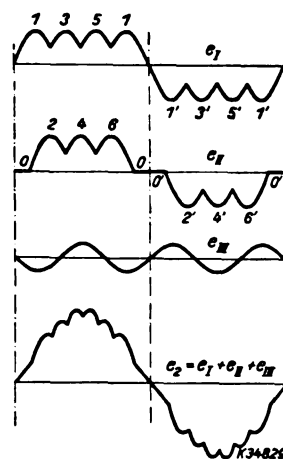


Abb. 1. Spannungskurven.

Die Gittersteuerung muß demnach die Bedingungen des Gleichrichterbetriebes (Strom in Richtung der Spannung) und ebenso die des Wechselrichterbetriebes (Strom der Spannung entgegengerichtet) erfüllen. Im Wechselrichterbetrieb wird die Ablösung der Anoden um den Winkel α vor dem Schnittpunkt der zugehörigen Anodenspannungen eingeleitet. Im Gleichrichterbetrieb wird die Zündung der Anoden um den gleichen Winkel im Sinne der Nacheilung verschoben, damit das Gleichgewicht der beiden im Gleich- und Wechselrichterbetrieb erzeugten Spannungen gewahrt wird. Somit muß der entstehende Ausgleichstrom von selbst wieder erlöschen. Bei Belastung des Umrichters wird durch die Gittersteuerung das Gefäß für die eine Stromhalbwelle gesperrt, wenn der Strom in der anderen eine gewisse Höhe erreicht hat. Gefäße und Transformatoren werden durch diese stromabhängige Steuerung bei Belastung des Umrichters vom Ausgleichstrom entlastet.

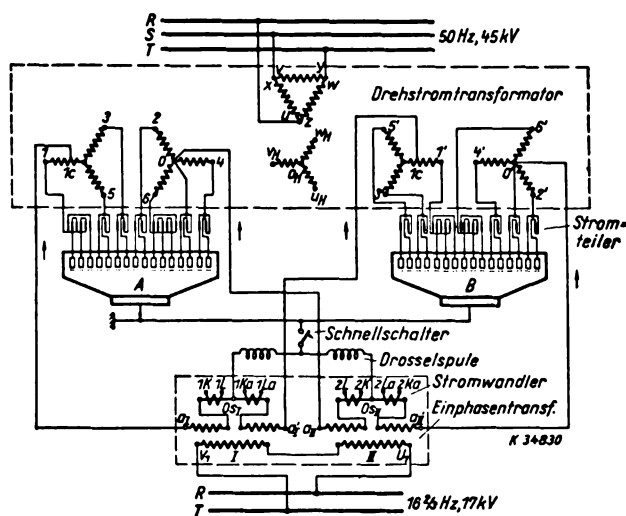


Abb. 2. Schaltanordnung des Umrichters der Wiesentalbahn.

Der Umrichter stellt höhere Anforderungen an die Genauigkeit der Gittersteuerung als der Gleichrichter. Den Erfordernissen des Umrichterbetriebes wird in hohem Maße die rein elektrische Steuereinrichtung gerecht, die die Impulse für die Gitter mit Hilfe von kleinen Transformatoren und Glühkathodenröhren mit Quecksilberdampfzuführung erzeugt. Diese Hilfsgefäße werden teils mit 50 oder 162⅓ Hz oder, wie oben bereits erwähnt, stromabhängig gesteuert.

Der Umrichter wird durch die Gittersteuerung eingeschaltet, wenn im Starkstromkreis alle Schalter geschlossen sind. Hierbei

ist die Einphasenspannung zunächst klein, sie wird durch die Gittersteuerung innerhalb weniger Sekunden auf den vollen Wert geregelt. Die Gittersteuerung wird ferner dazu benutzt, den Umrichter bei schweren Kurzschlüssen unverzüglich abzuschalten. Die Sperrung der Gitter wird rein elektrisch unter Vermeidung eines durch seine Eigenheit verzögert arbeitenden Relais bewirkt. Das ist deshalb von besonderer Bedeutung, als durch das unverzügerte Ansprechen der Gittersperrung außer der Dauer des Kurzschlußstromes auch dessen Höhe erheblich herabgesetzt wird. Nach dem Kurzschluß wird der Umrichter wieder selbsttätig durch die Gittersteuerung eingeschaltet. Falls bei der extrem geringen Dauer des Kurzschlusses der Leistungsschalter des kranken Abschnittes nicht ausgelöst hat, wird die Abschaltung beim Heraufregeln der Einphasenspannung bewirkt. Hierbei übersteigt der Kurzschlußstrom nicht den Ansprechstrom der Gittersperrung. Das Oszillogramm eines solchen Kurzschlusses wird gezeigt.

Die Selbstschalteinrichtung wird an Hand eines Schaltfolgenbildes erläutert. Die Bedienung des Umrichters ist durch die weitgehend selbsttätige Ausgestaltung recht einfach. Nur die Leistungsschalter und das Relais zum Einschalten des Umrichters durch die Gittersteuerung werden von Hand betätigt. Die Hilfsbetriebe der Stromrichtgefäße (Erregung, Vakuum- und Temperaturhaltung) sind ähnlich den bei Gleichrichteranlagen üblichen ausgeführt. Bemerkenswert ist ein Durchlauferhitzer, der nach längeren Betriebspausen das Wasser der Stromrichtgefäße anwärmt. Die Transformatoren sind mit Ölumlaufkühlung ausgerüstet. Die beschriebene Umrichteranlage wurde im Dezember 1936 in Betrieb genommen. Sie hat seither im regelmäßigen Betrieb einwandfrei gearbeitet und die von der Wiesentalbahn an sie gestellten Forderungen voll erfüllt. Störungen im benachbarten Rundfunk- und Fernsprechtbetrieb konnten durch zusätzliche Glättungseinrichtungen ganz vermieden werden. [G. Reinhardt, Elektr. Bahnen 17 (1937) S. 203; 5 S., 8 Abb.] *eb.*

Lichttechnik.

535. I Das Lichtfeld. — Es ist vielleicht naheliegend, die aus der theoretischen Elektrotechnik geläufige Vorstellung vom elektromagnetischen Feld auch auf die Ausbreitung der Lichtwellen anzuwenden und in die Beleuchtungstechnik einzuführen. Der Weg hierzu ist jedoch bisher nur von russischer Seite beschritten worden. A. A. Gersun definiert das Lichtfeld durch zwei Größen: erstens durch die räumliche Beleuchtungsstärke und zweitens durch den Lichtvektor. Die räumliche Beleuchtungsstärke entspricht der von L. Weber¹⁾ eingeführten und später von W. Arndt²⁾ zur Beleuchtungsbewertung benutzten Raumhelligkeit und ist als skalare Größe definiert durch die Summe des im betrachteten Punkt des Lichtfeldes auf die Oberfläche der den Punkt umschließenden Einheitskugel fallenden Lichtstromes. Unter dem Lichtvektor versteht Gersun die Kennzeichnung der den jeweils betrachteten Punkt des Lichtfeldes durchdringenden maximalen Strahlungsleistung (Lichtfluß) nach Größe und Richtung. Die Projektion eines Lichtvektors in irgendeine Ebene ist gleich der Differenz der Beleuchtungsstärken auf den zwei Seiten eines Flächenelementes, das sich in dem betrachteten Punkt senkrecht zur Projektionsebene des Lichtvektors befindet. Diese Differenz der Beleuchtungsstärken ist am größten, wenn das beleuchtete Flächenelement auf dem Lichtvektor senkrecht steht. Diese Stellung entspricht dem größten hindurchtretenden Lichtfluß. Fällt die Ebene des Flächenelementes mit der Richtung des Lichtvektors zusammen, so ist das Flächenelement auf beiden Seiten gleich stark beleuchtet, es findet dann kein Energietransport durch das Flächenelement hindurch statt. Im Anschluß hieran wird die Vorstellung von der Lichttröhre entwickelt, die zur Konstruktion von Feldlinien des Lichtfeldes führt.

Der Erörterung der theoretischen Grundlagen folgt der Versuch an einigen Beispielen, bei denen Gersun sich aber vollständig auf eine qualitative Beschreibung beschränkt, die Anwendung des Lichtfeldes auf Probleme der praktischen Beleuchtungstechnik zu zeigen und „die große Brauchbarkeit der vektoriellen Methode evident zu machen.“ Dies gelingt ihm jedoch nicht, seine Veröffentlichung hat vielmehr sehr bald den Widerspruch des französischen Altmeisters der Photometrie, A. Blondel, herausgefordert. Blondel weist nach, daß man mit den Gersunschen Vorstellungen von einem Lichtvektor und einem Lichtfeld gerade in den von Gersun angeführten Bei-

spielen kaum etwas anfangen kann, ja zu ganz falschen Vorstellungen kommt, ganz abgesehen davon, daß eine quantitative Behandlung des Problems gar nicht erst versucht wird. Die räumliche Beleuchtungsstärke, die im Gegensatz zum Lichtvektor nicht auf „phantastischer“, sondern auf physikalisch exakter Grundlage beruht, kann nach Meinung von Blondel in Sonderfällen eine gewisse Bedeutung erlangen, doch warnt er vor einer allgemeinen Anwendung, da die Beleuchtungsstärke auf einer ebenen Fläche für die meisten Aufgaben der Beleuchtungstechnik eine ausreichende und eindeutige Kennzeichnung der Helligkeitsverhältnisse gestattet. [A. A. Gersun, Rev. gén. Electr. 42 (1937) S. 5 u. 9; 7½ S., 9 Abb. — A. Blondel, Rev. gén. Electr. 42 (1937) S. 579; 7 S., 8 Abb.] *A. Dr.*

Verkehrstechnik.

621. 335. 4. 033. 91 Neue Obusse in Berlin. — Die Berliner Verkehrs-Betriebe (BVG) haben zwei neue dreiachsige Obusse (36 Sitz-, 29 Stehplätze) in Betrieb genommen. Beide Wagen sind mit in Wagenmitte zwischen den Rahmenlängsträgern aufgehängten Eingehäusemotoren ausgestattet, die über den üblichen Omnibus-Durchtrieb die vier Hinterräder antreiben; dabei wird die Motordrehzahl zuerst in dem Kegelrad-Hinterachsgetriebe (mit Differential), dann im Stirnrad-Hinterradantrieb im Verhältnis 1 : 11,3 untersetzt. Zwei



Abb. 3. Einer der neuen Obusse der BVG.

hintereinander liegende Schubkugeln übertragen die Schubkräfte der starren Hinterachsen auf den genieteten Niederflerrahmen. Die neuartigen Wälzhebelfedern ermöglichen eine gleich gute Federung bei leerem und besetztem Wagen. Die Druckluftbremse wirkt auf alle Räder; der Verdichter wird von einem besonderen 550 V-Motor angetrieben. Die Ganzstahlaufbauten haben eine schnittigere Form erhalten; die Dachsprpiegel für die Stromabnehmer wurden verstärkt. Ein- und Ausstieg sind gut isoliert, die Trittstufen auf Isolatoren gelagert. Die Heizkörper der Frischstromheizung (mit selbsttätiger Temperaturregelung, rd. 5 kW) sind unter den Sitzen verteilt. Die 12 V-Anlage, an die die gesamte Beleuchtung angeschlossen ist, wurde vereinfacht und bis auf die vom Fahrmotor angetriebene (Riemen) Lichtmaschine und die Reifenwächter im Aufbau untergebracht. Der in Spandau eingesetzte Wagen (Abb. 3) ist mit Schützsteuerung ausgerüstet. Die Schütze sind zusammen mit den Apparaten des Überstrom- und Berührungsschutzes zu einer Einheit zusammengebaut und rechts hinter der Stirnwand untergebracht. Die einzelnen Klappanker-Schütze sind durch herausnehmbare Trennwände gegen Überschlüsse geschützt; die ionisierte Luft kann durch besondere Öffnungen entweichen. Der fußbetätigte 12stufige Fahrshalter ist mit dem Fahrtwender zusammengebaut. Er ist auf der Rangier-, Reihen-, Parallel- und Feldschwächungsstufe gerastet. Die Anfahrwiderstände sind auf dem Dach hinter den mit Gußeisengleitschuhen ausgerüsteten Stromabnehmern angebracht. Der Doppelmotor (Stundenleistung 82 kW bei 1500 U/min) des ersten Wagens besteht aus zwei auf einer Welle und in einem Gehäuse sitzenden normalen Hauptstrom-Wendepol-Maschinen. Die Leitungen sind bei beiden Wagen in besonderen Kanälen des Aufbaues auf Isolierschellen lagenweise verlegt. Für den in Steglitz laufenden

¹⁾ L. Weber, Die Albedo des Luftplanktons, Ann. Phys., Lpz. 51 (1916) S. 427.

²⁾ W. Arndt, Raumbeleuchtungstechnik, Union Deutsche Verl.-Ges., Berlin 1931.

zweiten Wagen wurde ein neuartiger feinstufiger (84stufig) fußbetätigter Fahrschalter entwickelt. Die Anfahrwiderstände, der eigentliche Fahrschalter und der Fahrtwender sind zu einem Gerät vereinigt, in dem die induktiven Nebenwiderstände und der Motortrennschalter auch noch Platz finden, so daß die Leitungen auf die wenigen Kabel zwischen dem handbetätigten Überstromselbstschalter und dem Motor beschränkt sind. Die Anfahrwiderstände bestehen aus vier Paketen haarnadel-förmig gebogener Bänder. Ihre Enden sind an schmale Kontaktsegmente geführt, über die vier Kohlebürsten hinweggleiten, und somit die Widerstände allmählich kurzschließen; eine vom Motorstrom erregte Wirbelstrombremse sorgt dafür, daß dies nicht zu rasch geschieht und das Triebwerk gefährdet wird. Die Kühlluft für die Widerstände tritt durch die in der Stirnwand angebrachten Klappen ein. Der Fahrschalter wird in zwei Gängen eingeschaltet: beim ersten Niedertreten wird die Reihenstufe, dann wird der Fußhebel bis fast in die Ausgangsstellung zurückgenommen, beim zweiten die Parallel- und Shuntstufe erreicht; die die Motorumschaltung vornehmende Nockenwelle wird dabei ratschenartig weitergedreht. Der Antriebsmotor (85 kW bei 1600 Umdr/min) des zweiten Wagens hat vier Haupt- und vier Wendepole und einen Anker, jedoch zwei getrennte Wicklungen; die beiden Stromwender sitzen beiderseitig des Ankerkörpers. Sämtliche Betriebsspannung führenden Geräte sind doppelt isoliert; außerdem gestattet eine Meßeinrichtung, den Isolationszustand jederzeit zu prüfen. Die Wagen erreichen bei einem mittleren Haltestellenabstand von 300 m, einer Anfahrbeschleunigung von 0,9 bis 1,1 m/s² eine Reisegeschwindigkeit von 20 bis 21 km/h. Das Leergewicht des Wagens mit Schützsteuerung beträgt 11,3 t, das des zweiten Wagens 10,8 t. *Bmr.*

621. 335. 4. 033. 44 Neue Ausrüstung für diesel-elektrischen Omnibus. — Die Entwicklung des diesel-elektrischen Antriebes für große Omnibusse wird in den V. S. Amerika begünstigt durch den Bau sehr leichter Motoren und Generatoren. Der Generator wird mit dem Dieselmotor unmittelbar zusammengebaut, er hat nur ein Lager und sein Anker dient gleichzeitig als Schwungrad. Zur Gewichtsverringerung ist das aktive Ankereisen auf einen Hohlkörper aufgesetzt. Der Dieselmotor-Generatorsatz ist auf drei Punkten gelagert, und zwar auf Gummipolstern zur Geräuschkämpfung. Die starre Verbindung zwischen Dieselmotor und Generator setzt die Eigenschwingungszahl der Einheit herab. Der Maschinensatz wird am hinteren Ende des Wagens untergebracht, seine Achse steht senkrecht zur Fahrtrichtung. Die Motorenumschalter sind auf den Motoren aufgebaut, dadurch wird eine Ersparnis an Kabeln erzielt. Für eine Ausrüstung mit 93 kW Generatorleistung betragen die Gewichte: Motor 405 kg, Generator 345 kg und Steuerausrüstung 42,5 kg. Gegenüber früheren Ausrüstungen von etwa 82 kW Leistung ergibt die Leichtgewichtsbauart eine Gewichtersparnis von 425 kg unter Berücksichtigung des Fortfalls eines Schwungrades. Das Nebenschlußfeld des Generators liegt in Reihe mit einem Widerstand. Beim Anfahren liegt parallel zu diesem Widerstand die Batterie, deren Strom Generatoranker und Nebenschlußfeld in Reihe durchfließt. Die sich aufbauende Generatorspannung verstärkt den Erregerstrom sehr schnell, weil der Widerstand im Feldkreise durch die parallel liegende Batterie kurzgeschlossen ist. Nach Erreichen der vollen Spannung wird durch ein Spannungsrelais die Batterie abgeschaltet. Die Verbindung zu den Motoren wird beim Halten nicht gelöst. Zu bedienen sind nur Fußhebel für die Beschleunigung des Dieselmotors und die Bremse. In dieser neuen Bauart ist der bisherige Nachteil des diesel-elektrischen Antriebes, nämlich das große Mehrgewicht, überwunden und eine einfache, zuverlässige, selbsttätige Energieübertragung entstanden, die den Anforderungen des neuzeitlichen Großstadtverkehrs entspricht. [J. C. Aydelott, Gen. electr. Rev. 40 (1937) S. 531; 5 S., 11 Abb.] *Du.*

Elektrische Antriebe.

621. 34. 07-58 : 621. 87 Mechanische Schnellsenk-Anordnung für Vergütetkrane. — Für Vergütetkrane wird die Forderung gestellt, das zu vergütende Werkstück mit einer gegenüber der Hubgeschwindigkeit wesentlich erhöhten Senkgeschwindigkeit in das Ölbad einzutauchen und die Bewegung innerhalb kürzester Zeit abzustoppen. Die Senkgeschwindigkeit soll ferner möglichst unabhängig von dem Gewicht und der Eintauchtiefe der Last sein. Rein elektrische Lösungen dieser Aufgaben führen wegen der großen Bremsleistungen zu verhältnismäßig großen elektrischen Antriebsmaschinen. Infolgedessen

wurde eine überwiegend mechanische Anordnung entwickelt und für Krane von 10 bis 300 t bereits mit Erfolg in die Praxis eingeführt (Abb. 4). Außer dem Hubmotor werden noch ein kleiner Steuermotor und zwei Planetengetriebe vorgesehen. Der Außenkranz des großen Planetengetriebes wird durch eine Bremse festgehalten, wenn mit normaler Geschwindigkeit gehoben und gesenkt wird. Zum Schnellsenken wird bei zunächst stillstehendem Hubmotor der Steuermotor angelassen, wodurch die Bremse gelöst wird. Die durchziehende Last beschleunigt die Winde einschließlich Hubmotor dann selbsttätig bis zu der Geschwindigkeit, die der durch die eingebauten Übersetzungen vorbestimmten Drehzahl des Steuermotors entspricht. Bei

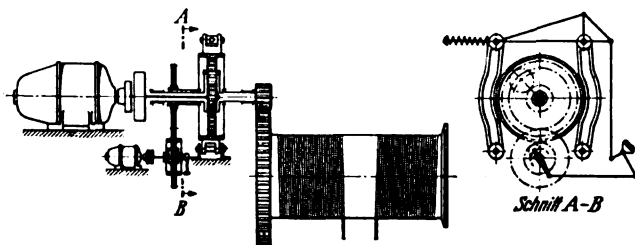


Abb. 4. Schnellsenk-Bremseinrichtung für Vergütetkrane.

Überschreitung dieser Geschwindigkeit wird die Bremse angezogen, bei Unterschreitung aber wieder gelüftet. Die Bremse wirkt also als Regelbremse für annähernd konstante Geschwindigkeit. Die Höhe der Schnellsenkgeschwindigkeit läßt sich durch Einstellen der Drehzahl des Steuermotors beeinflussen. Das Abstoppen der Bewegung erfolgt rein mechanisch. Da die einzelnen Vergütvorgänge nur in verhältnismäßig langen Zeiträumen aufeinanderfolgen, kann die mechanische Bremse erheblich höher belastet werden, als sonst im Kranbau üblich; ihre Abmessungen sind daher noch erträglich. Um genügend schnell anfahren und abbremsen zu können, kann es gegebenenfalls erforderlich werden, den Hubmotor von der Winde abzukuppeln. [C. Hubert, Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 1279; 2 S., 2 Abb.] *Gwk.*

Fernmeldetechnik.

621. 395. 97 (494) Hochfrequenz-Telephonrundspruch in der Schweiz. — Im Jahre 1932 ist in der Schweiz mit der Einführung des tonfrequenten Drahtfunks begonnen worden. Er hat als Ergänzung zum drahtlosen Rundfunkempfang bereits einen beträchtlichen Umfang angenommen. Als seine Hauptvorteile werden große Störfreiheit und besonders hohe Übertragungsgüte genannt. In größeren Siedlungen besteht die Möglichkeit, zwischen verschiedenen Programmen auszuwählen. Durch zwei private Gesellschaften „Radibus“ und „Rediffusion“ werden auch Nicht-Fernsprechteilnehmer angeschlossen. Als Mängel des tonfrequenten Drahtfunks bezeichnet der Verfasser 1. die Verwendung besonderer Drahtfunkempfänger, 2. die Begrenzung des Schalldrucks der Lautsprecher auf 7 µb, 3. die Unterbrechung der Darbietungen bei telephonischem Anruf, 4. verhältnismäßig hohe Einrichtungskosten und großer Platzbedarf der Amtseinrichtungen, 5. Störungen bei der Programmwahl durch falsche Wählerstellungen, Unsymmetrien im Amt oder im Leitungsnetz.

Um eine Einführung des Hochfrequenz-Drahtfunks in der Schweiz rechtfertigen zu können, stellt der Verfasser folgende Forderungen: 1. Gleichzeitiger Fernsprech- und Rundfunkbetrieb ohne gegenseitige Störung, 2. gleichzeitige Übertragung von mehr als vier Programmen, 3. störungsfreier Empfang im Rundfunkgerät, 4. vergrößerte Bandbreite der Drahtfunksender im Vergleich zu den drahtlosen Sendern, 5. unverzerrte und klirrfreie Übertragung der Programme vom Sender bis zum Teilnehmer, 6. keine Störung des drahtlosen Empfangs.

Zur Prüfung der Brauchbarkeit des Hochfrequenz-Drahtfunks wird das Verhalten von Fernsprech-Anschlußleitungen im Frequenzbereich zwischen 0 und 1,6 MHz untersucht. Es sind die Meßverfahren und Meßwerte für die Wellenwiderstände und die kilometrischen Dämpfungen von Kabeln und Freileitungen angegeben. Als Übertragungsbereich für den Hochfrequenz-Drahtfunk eignet sich hiernach am besten der Langwellenbereich, da sich bei Kabeln sonst zu hohe Dämpfungswerte ergeben. Freileitungen haben sehr viel niedrigere Dämpfung, sind aber dafür weitaus störungsanfälliger.

Die Nebensprechwerte von Kabeln und Freileitungen liegen in dem untersuchten Frequenzbereich noch mindestens über

4 Neper. Dieser Wert erscheint dem Verfasser ausreichend um eine allgemeine und ungünstige Durchdringung des gesamten Fernsprechnetzes mit Hochfrequenz zu verhindern.

Es folgen Untersuchungen über die Störfreiheit des Hochfrequenz-Drahtfunks. Betont wird die Bedeutung des symmetrischen Aufbaus der Übertragungsleitungen. Bei reinen Kabelleitungen sind die Empfangsspannungen drahtloser Sender meist kleiner als 0,1 mV und verschwinden damit im allgemeinen Störpegel. Bei Freileitungen hingegen sind diese Spannungen um eine Größenordnung höher. Von besonderer Bedeutung ist die Störanfälligkeit gemischter Leitungen (Kabel + Freileitungen). Maßgebend ist hierbei nicht so sehr die Länge der Freileitungsstrecke als die Zahl der in einem Linienzug vorhandenen Leitungen, die Höhe über dem Erdboden und die Orientierung zu den Himmelsrichtungen. Gemischte Leitungen verhalten sich hinsichtlich ihrer Störanfälligkeit wie Freileitungen. Die Störungen durch Nummernscheiben, Wähler u. dgl. in der eigenen Leitung müssen durch Störschutzfilter abgeriegelt werden. Störungen durch Übersprechen von Wahlimpulsen aus den Nachbarleitungen sind bei reinen Kabelleitungen unbedeutend. Hingegen können die Störspannungen auf Freileitungen Werte von einigen mV erreichen, was bei einer Nutzspannung von nur 25 bis 50 mV sehr erheblich ist. Es müssen daher wenigstens sämtliche Teilnehmer des betreffenden Freileitungszuges mit entstörten Sprechstellen ausgerüstet werden.

Eingehend beschäftigt sich der Verfasser damit, inwieweit der Hochfrequenz-Drahtfunk auf Freileitungen durch Abstrahlung den drahtlosen Empfang stören kann. Nach den in der Schweiz bestehenden Bestimmungen über unzulässige Rundfunkstörungen sind bei 80 bzw. 100% gemodelten Störseindern 0,024 bis 0,030 mV/m Feldstärke zulässig. Die Untersuchungen ergeben, daß nur in besonders ungünstig gelagerten Fällen unzulässige Störungen des drahtlosen Empfangs auftreten können. [H. Keller, Techn. Mitt. Schweiz. Telegr.-Teleph.-Verw. 15 (1937) S. 121; 6 S., 14 Abb.] *Thr.*

Meßtechnik.

621. 317. 331 : . 787 Motorzähler für Widerstandsmessungen. — Bei Einrichtungen zur Fernzählung von Durchflußmengen¹⁾ und bei manchen Arten von elektrischen Wärmemengenzählern²⁾ handelt es sich um die Aufgabe, einen veränderlichen (z. B. an einem Spannungs- bzw. Stromteiler abgegriffenen) Widerstand oder eine (z. B. an einem Widerstandsthermometer hervorgerufene) Widerstandsänderung mit einem Motorzähler über die Zeit zu integrieren. Hierfür kann man entweder einen gewöhnlichen Gleichstrom- oder Wechselstromzähler in Verbindung mit einer besonderen Anordnung zum Konstanthalten der Meßspannung oder einen sog. spannungsunabhängigen (ohmmetrischen) Zähler verwenden. W. Geyger beschreibt die Wirkungsweise dieser mit Widerstandsmeßschaltungen zusammenarbeitenden Motorzähler, die bei Gleichstromschaltungen als Magnetmotorzähler und bei Wechselstromschaltungen als Induktionszähler ausgebildet sind. Bei den gewöhnlichen Motorzählern, bei denen zur Bremsung des Ankers ein Dauermagnet benutzt wird, ist die Drehzahl nicht nur von dem zu messenden Widerstand, sondern auch von der an der Widerstandsmeßschaltung wirksamen Spannung abhängig; diese Spannung muß deshalb durch besondere Mittel (z. B. Eisendrahtlampen, elektromagnetische Spannungsgleichhalter) künstlich gleichgehalten werden. Im Gegensatz hierzu wird bei den spannungsunabhängigen Motorzählern zur Bremsung des Ankers ein Elektromagnet verwendet, der von der an der Widerstandsmeßschaltung wirksamen Spannung erregt wird. Die Drehzahl ist hier nur von dem zu messenden Widerstand abhängig, Spannungsschwankungen der Meßstromquelle haben jedoch keinen Einfluß, weil diese Geräte das Verhältnis zweier Ströme bzw. magnetischer Felder integrieren, d. h. als Quotientenmesser arbeiten. [W. Geyger, Arch. techn. Messen J 074—1 (1937) Lfg. 78; 2 S., 4 Abb.] *eb.*

Theoretische Elektrotechnik.

621. 317. 38. 015. 34 Messung der Energie von Wanderwellen. — Die in einer Wanderwelle oder anderen kurzzeitigen Spannungs- und Stromstößen enthaltene Energie läßt sich

nach einem von S. Franck angegebenen Verfahren (DRP. Nr. 648 865) verhältnismäßig einfach messen. Die Energie einer Wanderwelle setzt sich bei Vernachlässigung von Widerstand und Ableitung der Leitung (bei Freileitungen zulässig) und damit Phasengleichheit von Strom und Spannung aus gleichgroßen elektrostatischen und elektromagnetischen Energieteilen zusammen.

$$w = \frac{1}{2} c u^2 = \frac{1}{2} l i^2,$$

wenn w die Energie je Längeneinheit, u und i die Augenblickswerte der Spannung und des Stromes, c und l die gleichmäßig verteilte Kapazität und Induktivität je Längeneinheit sind. Die gesamte Energie der Welle unter Berücksichtigung ihrer Fortpflanzungsgeschwindigkeit wird:

$$W = k \int u^2 dt \text{ oder } W = k \int i^2 dt,$$

wobei k eine Konstante bedeutet. Sind der Widerstand und die Ableitung der Leitungen nicht vernachlässigbar, wie etwa bei Kabelleitungen, dann können Strom- und Spannung Phasenverschiebung gegeneinander haben. Die Energie wird hierbei proportional

$$\int u i dt.$$

Zur Messung der Integralausdrücke kann man ein ballistisches Dynamometer und Elektrometer verwenden, bei denen in der Nullage auf das schwingende System eine Kraft ausgeübt wird, die proportional dem Quadrat des Stromes (ballistisches Dynamometer) oder der Spannung (ballistisches Elektrometer) oder dem Produkt aus Spannung und Strom ist. Als ballistische Dynamometer verwendet man nach Abb. 5 am einfachsten zwei gekreuzte Stäbe, von denen einer beweglich ist. Die Stäbe suchen sich bekanntlich bei Stromdurchgang so zu drehen, daß ihre Stromrichtungen parallel verlaufen. Die Stäbe können statt parallel auch hintereinander geschaltet sein, wenn die Länge der Stäbe klein ist gegenüber der Länge der Wellen. Bei Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung kann der eine Stab in Reihe mit der Leitung, der andere über einen Vorwiderstand an Erde gelegt werden, wobei der Strom im ersteren i , der im letzteren u proportional ist.

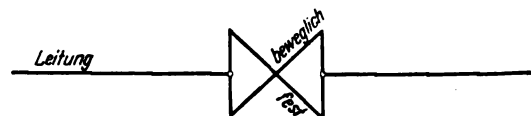


Abb. 5. Messung der Energie von Wanderwellen mit dem ballistischen Dynamometer.

Außer den verhältnismäßig großen Kräften im magnetischen Feld des Dynamometers lassen sich auch die Kräfte durch das elektrische Feld im ballistischen Elektrometer ausnützen (Abb. 6). Am besten wird das Elektrometer als koaxialer Zylinderkondensator ausgebildet, dessen innerer Zylinder die Leitung bildet und dessen äußerer Zylinder einen beweglichen Ausschnitt hat.

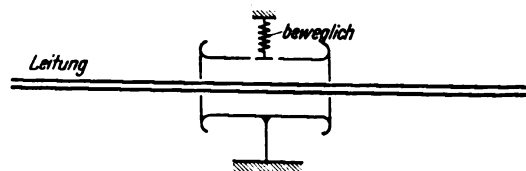


Abb. 6. Messung der Energie von Wanderwellen mit dem ballistischen Elektrometer.

Es können auch schon gewöhnliche, für statische Messungen hergestellte Elektrometer und Dynamometer benützt werden, deren statische Skala eine beliebige Form haben kann. Sie müssen für die ballistische Energiemessung eine zweite proportionale Skala oder eine Korrektionsstafel erhalten, die die nicht proportionale Skala in eine proportionale umrechnet; denn die ballistische Skala muß immer eine proportionale sein, da die Kraft nur in der Nullage bei unveränderter Systemlage einwirkt. [S. Franck, Arch. techn. Messen V 3417—2, November 1937; 2 S., 2 Abb.] *eb.*

¹⁾ Vgl. W. Geyger, Arch. techn. Messen V 389—5 (Mai 1933).

²⁾ Vgl. W. Geyger, Arch. techn. Messen V 221—1 (November 1932).

FÜR DEN JUNGINGENIEUR.

Neue Werkstoffe in der Elektrotechnik.

Von Rudolf Sachtleben, München.

620. 1 : 621. 3

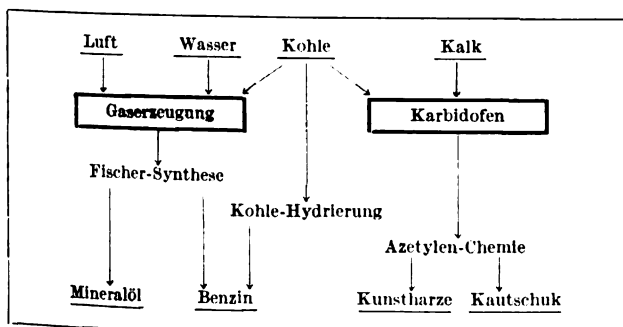
Übersicht. Mit der Erweiterung der technischen Kenntnisse und Ansprüche vergrößert sich die Zahl der Werkstoffe. Besondere Aufgaben erfordern vielfach Sonderwerkstoffe, um technisch einwandfrei gelöst zu werden. Gegenwärtig haben wir einen erhöhten Zuwachs von solchen Werkstoffen, die aus einheimischen Rohstoffen hergestellt werden oder sonstige eine Entlastung der Rohstoffeinfuhr bedeuten. Aus vier Werkstoffgruppen, welche diesem Ziele dienen, sollen im folgenden einige für die Elektrotechnik wichtige Beispiele herausgegriffen werden.

1. Neue Werkstoffe auf einheimischer Kohlebasis.

Die Zahl der Erzeugnisse, die aus Kohle hergestellt werden — ein Teil von ihnen ist auf dem bekannten „Stammbaum“ im Deutschen Museum zusammengestellt —, hat sich um chemische Werkstoffe vermehrt, die neuerdings großtechnisch erzeugt werden. Die deutschen Kohlenvorräte sind so groß, daß sie selbst eine verstärkte Förderung für die Treibstoffherstellung noch einige Jahrhunderte ermöglichen, während die natürlichen Erdölfelder nach internationalen Schätzungen bereits in wenigen Jahrzehnten erschöpft sein sollen¹⁾.

Die Herstellung der in Tafel 1 genannten wasserstoffreichen Stoffe aus der wasserstoffarmen Kohle erfordert eine „Hydrierung“, also den Einbau von Wasserstoff in das Kohlenstoffmolekül. Die Hydrierung wird unter Anwendung sehr hoher Drucke (über 200 atü) im Hochdruckhydrierverfahren der I. G. Farbenindustrie erzwungen. Bei normalem Druck gelingt sie durch das Fischer-Tropsch-Verfahren, bei dem die Kohle zunächst im Generator vergast und reaktionswillig gemacht wird. Das gleiche Ziel erreicht man durch Zwischenschaltung des Karbidofens, dessen Erzeugnis, das Kalziumkarbid, in bekannter Weise mit Wasser reagiert und den Kohlenwasserstoff Azetylen liefert, der leicht weiter verarbeitbar ist: Zahlreiche Kunstharze und der synthetische Kautschuk werden daraus stufenweise aufgebaut.

Tafel 1. Synthese fehlender Stoffe.



Bei der Treibstoffsynthese fallen wertvolle Paraffine als Nebenerzeugnisse an; sie sind z. T. besonders hart und gewinnen vielleicht Bedeutung in der Elektrotechnik. Gegenwärtig besitzen diese synthetischen Paraffine dadurch erhöhtes Interesse, daß sie durch einfache Reaktionen in Fettsäuren und darauf in Seife umgewandelt werden können; das bisherige Nebenerzeugnis entlastet dadurch den deutschen Fettbedarf.

¹⁾ H. Göschel, ETZ 58 (1937) S. 1282 u. 1317.

Einen großen Erfolg bildet die synthetische Herstellung von Kautschuk, die nunmehr nach dreißigjähriger Forschungsarbeit in Deutschland gelungen ist. In der Elektrotechnik, welche ohne Kautschuk undenkbar wäre, hat man sich daran gewöhnt, mit gegebenen Eigenschaften dieses Werkstoffs zu rechnen, wie sie der Naturkautschuk besitzt. Gute Isolations- und Formbarkeitseigenschaften sind hier verbunden mit beschränkter Festigkeit gegen Hitze, Alterung, Öl und Abrieb. In bezug auf diese Einwirkungen war es möglich, erhöhte Gütezahlen bei den synthetischen Kautschukarten zu erzielen.

Die verschiedenen „Buna“-Sorten, von denen bis jetzt drei auf dem Markt sind, stellen Sonderkautschuke dar²⁾, bei denen jeweils bestimmte Gütezahlen erhöht sind, was z. B. für die Kabelummantelung von Vorteil ist, indem man diese aus verschiedenen Werkstoffschichten mit Sondereigenschaften aufbaut. Für diesen Zweck werden besondere Isolierstoffe durch Mischung des Kautschuks mit Kunststoffen entwickelt, Mischungen, die zum Teil vulkanisierbar (Staböl 512), zum anderen Teil beliebig weich und thermoplastisch sind. Die beträchtlichen Blei- und damit Gewichtersparnisse sind bekannt, welche sich mit derartigen Kabelummantelungen u. a. im Schiffbau erzielen ließen. Weitere Isolierstoffe als Abwandlungen des Kautschuks sind zu erwarten, nachdem sich dieser Stoff als Sonderfall der hochpolymeren „Kunstharze“ erwiesen hat, mit denen er mischpolymerisiert werden kann.

Kunstharze werden in großer Anzahl neu entwickelt³⁾. Eine grobe Orientierung in diesem Gebiet soll die Aufstellung (Tafel 2) geben, die allerdings ganz unvollständig ist. Die Kunstharze im engeren Sinne sind nicht härtbare, thermoplastische Werkstoffe. Sie werden ebenso wie Naturharze beim Erwärmen weich. Zahlreiche Kohlenstoffverbindungen sind zur Harzbildung geeignet. Diese vollzieht sich durch Aneinanderlagerung oder „Polymerisation“ der Moleküle zu Riesenmolekülen. Aus monomeren Flüssigkeiten bilden sich dabei hochpolymere feste Substanzen, die Kunstharze.

Tafel 2. Kunstharze.

nicht härtbare			härtbare (Preßstoffe)	
Polymerisate von			Kondensate von	
reinen Kohlenwasserstoffen	Chlor-	Estern	Formaldehyd mit Phenolen	Harnstoff
z. B. Poly-Styrol	Poly-Vinyl-Chlorid	Poly-Akryls.-Estern	Phenoplaste	Aminoplaste
„Trolitul“	„Mipolam“	„Plexiglas“	„Bakelite“	„Pollopas“

In der Aufstellung sind drei typische Beispiele gegeben. „Trolitul“, der bekannte Hochfrequenzisolierstoff, wird aus dem flüssigen Kohlenwasserstoff Styrol als Poly-Styrol gewonnen. „Plexiglas“, ein polymerer Ester, ist ein organisches Glas, leicht, schwererbrechlich, bequem formbar und optisch derartig klar, daß Linsen daraus geschliffen werden. „Mipolam“ ist ein Mischpolymerisat aus mehreren Monomeren, wie der Name andeutet. Als hornartiges Kunstharz dient es zu säurefesten Rohrleitungen und Akkumulatorenkästen, durch

²⁾ Über Buna wird demnächst in der ETZ eingehender berichtet.

³⁾ ETZ 56 (1935) S. 269, 271, 274, 278, 284, 288; 57 (1936) S. 773; 58 (1937) S. 465, 469, 471, 448.

Zusätze weichgemacht zu Kunstleder, zu Bodenbelag und zu Kabelummantelungen.

Wegen ihres niedrigen Schmelzpunktes unterhalb der Bügeltemperatur lassen sich Reißverschlüsse z. B. aus Trolitul unmittelbar auf den Stoff aufspritzen, ein Anwendungsbeispiel, das zugleich die hohe Maßhaltigkeit des Kunstharzspritzgusses erkennen läßt. Diese Eigenschaft kommt auch den Formlingen aus Preßstoff zu.

Die Preßstoffe haben eine paradoxe Eigenschaft: sie sind „härtbar“. Erwärmt man eine kleine Probe des noch ungeformten Kunstharzes vom „Bakelit“-Charakter (sog. Phenoplast), so beobachtet man zunächst einen schwachen Geruch nach Phenol, aus dem dieser Stoff durch Kondensation mit Formaldehyd erzeugt wird. Die erwärmte Probe schmilzt und wird darauf in der Wärme hart. Das Harz war noch nicht fertig kondensiert, es befand sich in der sog. „A-Stufe“, und diese geht in der Wärme in die feste „C-Stufe“ über.

Dieses Verhalten macht es möglich, sehr verschiedenartige Werkstoffe aus demselben Grundstoff herzustellen, von denen einige in Tafel 3 zusammengestellt sind. Die „A-Stufe“ ist löslich und bildet einen Lack, der nach dem „Einbrennen“ unlöslich wird; der hiebteste Lack, den wir später erwähnen werden, besteht daraus. Gießharze, auch Edelkunstharze genannt, härten in der Gußform aus und werden durch Schnitzen und Drechseln weiterbearbeitet.

Tafel 3. Phenol-Kunstharz-Typen.

ungefüllte		gefüllte (Preßstoffe)			
gelöst	geschmolzen	nicht geschichtete		geschichtete	
↓	↓	+ Holzmehl	+ Asbest	+ Gewebe	+ Holzplatten
Lack	Gießharz	„Type S“	„Type 1“	Lagerschalen	Zahnräder

Die Preßstoffe verlassen meist vollständig fertig die heiße Presse. Die zahlreichen Installationsgeräte wie Schalter, Telephonhörner, Rundfunkempfänger usw. bedürfen keiner Nacharbeit, sogar Metallteile werden mit eingepreßt. Die mechanischen Eigenschaften können durch das Füllmittel stark geändert werden von der bekannten Festigkeit eines holzmehlgefüllten Gehäuses bis zur geschichteten gepreßten Lagerschale, welche dauerhafter als Bronze ist und sich deshalb in rauen Betrieben (Walzwerken usw.) schnell einführt.

Die neuen Werkstoffe auf Kohlenbasis sind entweder neue Stoffe, wie die synthetischen Treibstoffe, welche dem Naturerzeugnis nicht nachstehen. Oder sie werden als „Werkstoffe der tausend Möglichkeiten“ für bestimmte Sonderaufgaben herangezogen, bei deren Lösung sie vielfach nicht mehr wegzudenken sind.

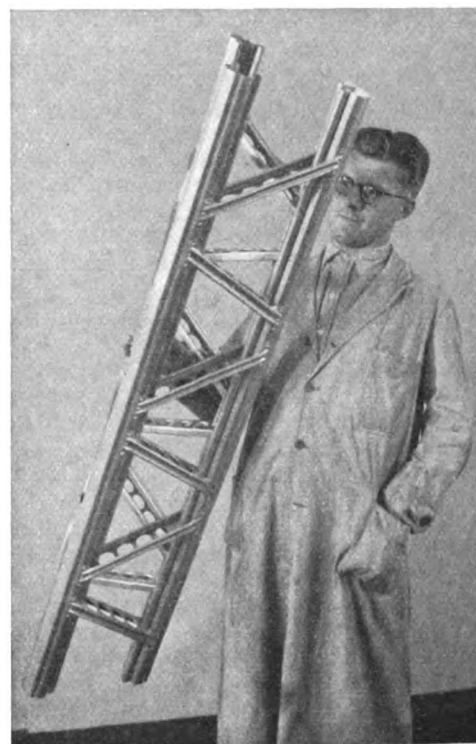
2. Neue Werkstoffe auf einheimischer Erz- und Steinbasis.

Inländische Erz- und Steinvorräte sind bisher wenig zur Werkstofflieferung herangezogen worden. Während z. B. die V. S. Amerika und England, beide reich an Kupfer, über drei Viertel ihrer Freileitungen aus Aluminium herstellen, herrscht im kupferarmen Deutschland die Kupferleitung vor. Die Reinheit des Aluminiums, von der der elektrische Leitwert abhängt, ist zu großer Höhe gebracht worden und bildet heute kein Hindernis mehr.

Pionierarbeit in der Leichtmetallverwendung hat der Luftschiffbau geleistet. Der in Abb. 1 dargestellte Träger des „LZ 129“ ist aus Duraluminiumblech durch Vernietung aufgebaut. Das Stück wiegt nur 4,5 kg und besitzt eine Tragfähigkeit von 53 t in der Längsrichtung. Auf vielen Gebieten sind solche konstruktiven Möglichkeiten zur Vermeidung von Totlast versäumt worden. Man stelle sich z. B. einen Straßenbahnwagen vor, der aufgebaut ist aus einer Magnesiumlegierung mit dem spezifischen Gewicht von Knochen und vergleiche diesen mit dem „Panzerwagen“-Typ unserer heutigen Zeit.

Magnesium und in absehbarer Zeit auch Aluminium können aus unerschöpflichen einheimischen Rohstoffen gewonnen werden. Die Erzeugungskosten hängen praktisch nur von den elektrischen Stromkosten ab, denn für die Schmelzelektrolyse zur Abscheidung eines Kilogramms Metall braucht man etwa 25 kWh. Die Herstellung von Massenartikeln aus Leichtmetall-Spritzguß hat sich bereits stark eingeführt. Wir stehen erst am Anfang des Leichtmetall-Zeitalters und werden mit dem Ziel des Vierjahresplans die begonnene Entwicklung zu einem vorgezeichneten technischen Fortschritt treiben.

Wie es bei den Leichtmetallen möglich ist, durch geeignete Zuschläge zu den verschiedenartigsten Legierungen zu gelangen, so hat auch die keramische Industrie bemerkenswerte Sonderwerkstoffe herangezogen⁴⁾. Die hohen Zugfestigkeiten der Magnesiumsilikate, die auf ein Vielfaches gegenüber der von Porzellan erhöhte Dielektrizitätskonstante der keramischen Massen mit hohem Gehalt an Titanverbindungen und die temperaturunabhängige Dielektrizitätskonstante der Magnesiumtitanate sollen als Beispiel genannt werden.



Aus dem Deutschen Museum München.

Abb. 1. Luftschiffträger aus Duraluminiumblech.

Reine Oxyde bieten sich als keramisch geformte, hochhitzebeständige Werkstoffe dar, die für Temperaturbereiche bis zu 3000 °C hinauf brauchbar sind. Die gleichzeitig vorhandenen elektrischen Gütezahlen ermöglichen die Verwendung dieses Werkstoffs, wie des Aluminiumoxyds in Form von Sinterkorund für Zündkerzen und dergleichen.

Die Verwendung der keramischen Werkstoffe in der Elektrotechnik ist durch ein wertvolles Verfahren erweitert worden. Die gasdichte Verschmelzung von keramischen Stoffen mit Glas ist jetzt in haltbarer Form möglich und gestattet den Zusammenbau dieser Stoffe im Röhren- und Vakuumschalterbau. Die Stromeinführung geschieht z. B. über eingeschmolzene massive Metalldrähte oder Metallhüte, die auf keramische Stäbchen niedergeschlagen werden und wegen der guten Abkühlungsverhältnisse sehr hohe elektrische Belastbarkeit aufweisen.

Versuche sind auch im Gange, keramische Werkstoffe zur unterirdischen Leitungsführung zu verwenden. Die

⁴⁾ ETZ 56 (1935) S. 226, 915, 937; 57 (1936) S. 469, 471, 773; 58 (1937) S. 465, 473, 474, 475.

bisher gemachten Erfahrungen geben berechnete Hoff-
nung zur Weiterarbeit in der eingeschlagenen Richtung⁵⁾.

Die elektrische Belastbarkeit von isolierten Leitern ist durch die Wärmeunbeständigkeit der gebräuchlichen Isoliermassen begrenzt. An sich würden die Kupferquer-
schnitte beispielsweise von Spulen eine höhere Belastung
aushalten, wenn die Isolierung nicht durch die entstehende
Stromwärme verschmoren würde. Die „Kupfer-Totlast“
kann nach Vorschlag⁶⁾ von A. Meißner von 2 kg auf
0,5 kg herabgesetzt werden bei gleicher Leistung einer
35 A-Schutzspule, wenn man die Drähte mit Quarzisolier-
stoff umgibt. Dieser enthält Quarzsand und führt die sich
andernfalls anstauende Wärme so schnell nach außen ab,
daß man die Spule kupfersparend „überlasten“ kann.

3. Schutzwerkstoffe zur Herabsetzung der Korrosion.

Eine Einsparung an Werkstoffen kann auch durch
Schutz vor Korrosion erfolgen. Bei Eisen und nicht see-
wasserfesten Leichtmetall-Legierungen wird man korro-
sionsfeste Überzüge in Form von Schutzschichten an-
bringen, über die Tafel 4 eine Übersicht gibt. Neue metal-
lische Schutzschichten sind die elektrolytische Hochglanz-
verzinkung und die Hartverchromung. Die Hartverchrom-
ung wird neuerdings bei Werkzeugen angewendet, da
sie die mechanische Abnutzung herabsetzt. Unter den
organischen Schutzschichten sind die oben erwähnten
Phenolharz-Einbrennlacke hervorzuheben, welche beson-
ders auf Aluminium hiebfest haften und starke Verbeu-
lungen aushalten; sie besitzen die Korrosionsbeständigkeit
der bekannten phenoplastischen Preßstoffe vom „Bake-
lit“-Typ.

Tafel 4. Schutzwerkstoffe.

Die Schutzschichten bestehen aus			
1. anderen Metallen (Cu, Ni, Cr usw.)	2. anorganischen Stoffen	3. organischen Stoffen	4. Verbindungen des gleichen Metalls
Plattierung Galvanisierung Metallspritzung	Emaillie	Anstrich Lackierung Gummierung	Oxyd Phosphat

Durch die größere Inlandserzeugung von Buna ist die
Aus- und Umkleidung mit Gummischichten im größeren
Maßstab möglich. In den letzten Jahren ist die feste Ver-
bindung zwischen Metall und Gummierung gelungen, wo-
bei letztere in beliebigen Stärken und in Form von Weich-
oder Hartgummi erfolgen kann. In gummierten eisernen
Kesselwagen wird jetzt z. B. Säure befördert.

Besonders fest haften solche Überzüge, die aus dem
zu schützenden Werkstoff herauswachsen, wie die Phos-
phatschichten auf Eisen (Atrament- und Parker-Verfah-
ren) und die Oxydschichten auf Aluminium (Eloxal-Ver-
fahren usw.). Infolge ihrer Struktur verzahnen sie sich
gut mit darüber gebrachten Anstrichen. Die erstgenann-
ten Schichten werden in heißen Bädern, die anderen z. T.
anodisch abgeschieden. Bekanntlich lassen sich die eloxier-
ten Schichten in beliebiger Stärke erzeugen, sie nehmen
verschiedenerlei Farblösungen auf, auch lichtempfindliche
Silbersalze, welche photographisch erzeugte Bilder in
außerordentlich haltbarer Form in die Aluminiumoxyd-
schicht einzubetten gestatten.

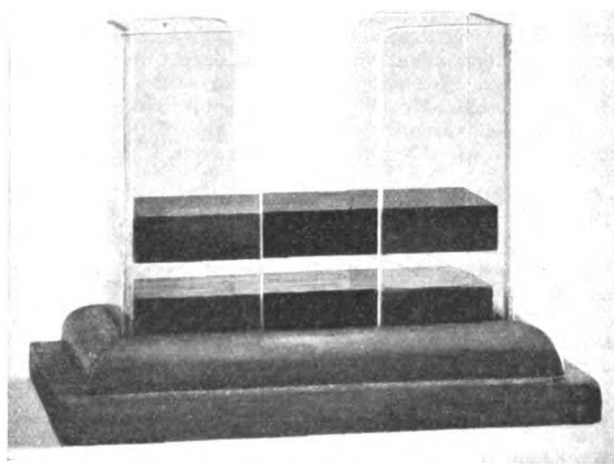
Die ausgedehnten wissenschaftlichen Arbeiten über
dieses Gebiet haben zu einer weiteren wichtigen Ober-
flächentechnik geführt, welche man als Glanzeloxierung
bezeichnen kann. Sie erzeugt eine durchsichtige Oxyd-
schicht, die die blanke Metalloberfläche sichtbar läßt. Da
Aluminium besonders günstige Reflexionskennzahlen be-

sitzt, tritt dieses Verfahren neben die hochglänzenden gal-
vanischen Überzüge aus Sparmetallen.

Das Glas, unentbehrlicher Werkstoff des chemischen
Laboratoriums, wurde zum wichtigen Baustoff korrosions-
gefährdeter Teile. Zu Rohrschlangen, Kochgefäßen und
ähnlichen Zwecken wird es herangezogen. Bekannt sind
auch die Bemühungen, Heißwasserspeicher aus Glas her-
zustellen⁷⁾. Sie haben gegenüber den üblichen Heiß-
wasserspeichern aus Metall nicht nur den Vorzug, aus in-
ländischen Werkstoffen zu bestehen, sondern sie sind auch
korrosionsfrei. Auch dem Glas wurden neue Eigenschaf-
ten aufgeprägt, welche seine Verwendungsfähigkeit ver-
vielfachen. Weiche Gewebe für technische Zwecke wur-
den auf der Düsseldorfer Ausstellung aus Bierflaschen-
scherben gesponnen und gewebt. Der chemische Geräte-
bau, welcher mit verschärften Korrosionsbedingungen zu
rechnen hat, ist wegweisend für die Möglichkeiten, ihrer
Herr zu werden.

4. Hochleistungswerkstoffe.

Zum Schluß sollen die Hochleistungswerkstoffe an-
geführt werden, weil sie ebenfalls berufen sind, große
Rohstoffmengen einzusparen. Ein Beispiel soll das ver-
deutlichen. Die Fahrrad-Lichtmaschine war früher viel
größer, brauchte mehr Eisen, Kupfer usw. zum Aufbau
als die neuzeitlichen leichten Dynamos, die bei geringerem
Gewicht erheblich mehr leisten. Durch die Verwendung
von Dauermagnetstahl, dessen Güte wert von $0,95 \cdot 10^6$
(Co-Stahl) auf $1,25 \cdot 10^6$ (Al-Ni-Stahl) für $(B \cdot H)_{\max}$ her-
aufgesetzt ist, ist das Stahlgewicht von z. B. 234 g auf
75 g heruntergegangen⁸⁾.



Aus dem Deutschen Museum München.

Abb. 2. Freischwebender Dauermagnet.

Bei der in Abb. 2 wiedergegebenen polgleichen An-
ordnung von zwei Platten aus obigem Stahl hält die
magnetische Abstoßung die obere Platte freischwebend in
der Luft.

Zusammenfassung.

Der Zusammenhang der neuen Werkstoffe mit dem
Bestreben nach Rohstofffreiheit Deutschlands wurde durch
einige Beispiele erläutert. Sie zeigten, welche bedeutenden
Erfolge hier durch wissenschaftliche Forschung und tech-
nische Tatkraft zu erzielen waren.

⁵⁾ ETZ 59 (1938) H. 3, S. 72.
⁶⁾ ETZ 55 (1934) S. 1193 u. 1218.

⁷⁾ ETZ 57 (1936) S. 16.
⁸⁾ ETZ 57 (1936) S. 398.

Stoßvorgänge in der Natur und im Versuchsfeld.

621. 317. 2. 014. 33+ . 015. 33 : 551. 594. 21

Die Arbeit¹⁾ stellt die Fortsetzung einer früheren Untersuchung²⁾ dar. Die dort beschriebenen Versuche dienten zur Untersuchung der Schmelz- und Verdampfungserscheinungen an Leitern, der Formveränderung voller und hohler Parallelliter, Oberflächenzerstörungen von Elektroden, mechanischer Zerstörungen in Geräten, magnetischer Wirkungen hoher Stoßströme, also Versuchen, bei denen keine hohen Spannungen erforderlich sind. In der Mehrzahl der Fälle bildeten die zu untersuchenden Prüflinge infolge ihres geringen Widerstandes den Entladewiderstand oder einen Teil davon. Zur Überbrückung der Isolationsstrecken an Prüflingen diente ein Hilfsüberschlag, der von einem besonderen Stoßkreis über eine Dreielektrodenfunkenstrecke erzeugt wurde. Bei dieser Schaltung konnte natürlich die Stoßspannung, die den Hilfsüberschlag hervorrief, nicht wesentlich über der Betriebsspannung der Hochstromanlage liegen, da sonst eine Gefährdung dieser An-

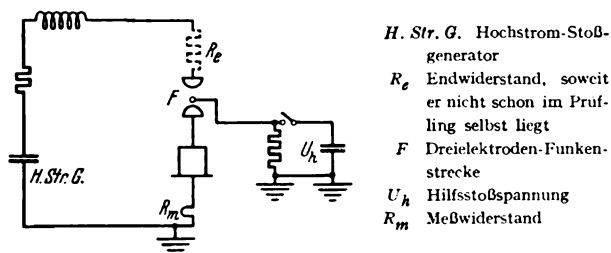


Abb. 1 a. Hochstromgenerator mit Hilfskreis.

lage eintreten müßte. Abb. 1 a zeigt diese von P. L. Bellaschi und W. G. Roman³⁾ angegebene Schaltung. Zur Durchführung von Hochstromversuchen an Isolationsanordnungen für hohe Betriebsspannungen hat P. L. Bellaschi eine Schaltung entsprechend Abb. 1 b entwickelt⁴⁾, bei der wiederum ein Hilfsüber- oder -durchschlag den Vorgang einleitet, dieser Überschlag aber vom Hochstromgenerator durch einen Kurzzeitschalter ferngehalten wird. Als Kurzzeitschalter kann ein „Sicherungsdraht“ von genügend hohem Widerstand dienen, so daß das Übertreten der hohen Stoßspannung in den Hochstrom-Stoßgenerator verhindert wird. Die Stoßspannung überbrückt einmal den Prüfling mit einem Über- oder Durchschlag. Damit wird gleichzeitig im Kurzzeitschalter das Schmelzen des Sicherungsdrahtes eingeleitet. Ist er verdampft, so hat der an seine Stelle tretende Lichtbogen einen wesentlich geringeren Widerstand als vorher der Draht. Der Hochstromstoßgenerator liefert nunmehr den vollen Strom über die beiden in Reihe liegenden Lichtbogenstrecken, der einen im Kurzzeitschalter, der anderen über oder durch den Prüfling. Infolgedessen ist der Stromstoß gegenüber dem Spannungsstoß immer um etliche μs verzögert, so daß die Stoßspannung schon auf eine für den Stromgenerator ungefährliche Höhe abgeklungen ist. Die Verzögerung überschreitet jedoch $10 \mu s$ nicht. Die Höhe der Stoßstromstärke sinkt mit dem Längerwerden beider Lichtbogen, andererseits steigt die nutzbare Klemmenspannung des Stoßgenerators mit wachsender Widerstandshöhe des Kurzzeitschalters. Zur besseren Ausnutzung des Hochstromstoßgenerators wurde auf den aperiodisch gedämpften Verlauf des Stoßstromes verzichtet.

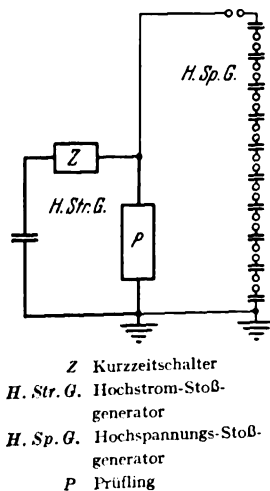


Abb. 1 b. Schaltanordnung für Hochstromversuche bei hoher Spannung.

Die neuerlichen Versuche ergaben bestimmte Verhältnisse zwischen Stromstärke und Querschnitt der Strombahn. Der eigentlich leitende Kern der Strombahn umfaßt zwei Drittel bis die Hälfte des Querschnittes und bleibt während fast der vollen Dauer der Stromstoßentladung unvermindert bestehen. Bei Strömen von 25 kA hat der Kern etwa $0,5 \text{ cm}^2$ Querschnitt, bei 50 kA $1,0 \text{ cm}^2$, bei 75 kA $1,5 \text{ cm}^2$. Der tatsächliche, hauptsächlich aus Elektronen bestehende Entladungsstrom nimmt nur einen Teil des Kernes in Anspruch. Beim Verschwinden des Stromes explodiert der Kern oder dehnt sich zunächst ziemlich gleichmäßig nach allen Seiten aus; dieser Vorgang wird aber schließlich turbulent. Dabei kühlt sich der Bogen wesentlich ab. Die Temperatur im Kern wird auf 11000 bis 17000° abs. geschätzt, der Überdruck auf 40 bis 60 at; ihm wird vom elektromagnetischen nach der Kernachse gerichteten Gegendruck die Waage gehalten. Der Übergang des Kernes in die Säule durch Expansion erfolgt in kürzesten Zeiten in der Größenordnung von Mikrosekunden.

Der Bericht enthält noch Angaben über die natürlichen Blitzbahnen. So ist nach den Aufnahmen mit der umlaufenden Kamera der Blitzpfad besonders ausgeprägt während der eigentlichen Entladung, etwa 50 bis 100 μs lang. Der Kanal selbst bleibt verhältnismäßig deutlich sichtbar, etwa 300 bis 500 μs lang, um nach 2000 μs allmählich zu verblasen. In etwa 10 000 bis 20 000 μs (0,01 bis 0,02 s) verschwindet das Nachleuchten vollständig, ebenso die Ionisation in der Bahn. Versuch und Naturbeobachtung haben auch in der zweiten Versuchsreihe gute Übereinstimmung gezeigt. HM.

378 : 62 Unsere Söhne werden Spezialisten. — Amerikanische Industrieführer fordern, daß die technischen Schulen dem angehenden Ingenieur vor allem eine Grundlage der Naturwissenschaften sowie eine gewisse humanistische Bildung vermitteln sollen; eine rein technische Sonderausbildung auf der Hochschule zu lehren, sei nicht richtig, da die Industrie dem einzelnen in der Praxis zeitig und schnell genug die notwendigen technischen Methoden lehren wird. Die Industrie könne jedoch nicht dem jungen Ingenieur die Grundlage für eine allgemeine Bildung geben, wenn jemand ohne diese seine technische Laufbahn beginnt. Eine Untersuchung der Gesellschaft für Förderung der Ingenieurerziehung ergab, daß der Studierende auf den technischen Mittel- und Hochschulen etwa 30% grundlegende Wissenschaften, 60% technische Fächer und 10 bis 15% allgemein bildende Fächer (Englisch, Fremdsprachen und Volkswirtschaft) hört. Die Industrieführer, welche heute nach einer Verbreiterung des Lehrplanes in bezug auf die allgemeine Bildung rufen, haben selbst vor etwa 35 Jahren bei weitem mehr Gelegenheit gehabt, während ihres technischen Studiums die allgemeinen Wissenschaften zu pflegen, da s. Z. das Gebiet der Technik noch nicht so ausgedehnt und spezialisiert war wie heute. Es wird die Frage gestellt, ob es richtig ist, daß der Ingenieur keinerlei Verbindung zu Geschichte, Biologie oder Philosophie und anderen Gebieten der allgemeinen Bildung besitzt. Es ist festzustellen, daß nur etwa 50% der Ingenieure 15 Jahre nach Berufsbeginn wirklich rein technische Arbeit zu leisten haben. Selbst die, welche in ihrer Laufbahn als reine Ingenieure weit gekommen sind, haben in der täglichen Praxis viele allgemeine Fragen wie Verwaltungsarbeit, soziale Belange und ähnliches zu behandeln. Die Untersuchungen der Gesellschaft für Ingenieurerziehung in den Jahren 1926 bis 1929 haben ergeben, daß der Anteil der allgemein bildenden Fächer am Lehrplan der technischen Schulen von 13 auf 17% gesteigert werden müßte. Getan worden ist jedoch in dieser Hinsicht nichts, da man sich nicht darüber einig werden konnte, welche vierjährigen Studienzeit auf den Schulen die allgemeine Ausbildung zu berücksichtigen sei, während jemand, der sich in einem Sondergebiet ausbilden wolle, ein fünftes Jahr hinzunehmen müsse. Die Fehler in der heutigen Ingenieurerziehung können und müssen ausgemerzt werden, es ist nicht angängig, daß man und müssen ausgemerzt werden, es ist nicht angängig, daß man nur an der Verwirklichung aus Scheu vor überwindbaren Hindernissen scheitert. [G. E. Doan, Elektr. Engng. 56 (1937) S. 1238; 22/3 S.] v. d. K.

1) P. L. Bellaschi, Electr. Engng. 56 (1937) S. 1253; 8 S., 12 Abb.
 2) P. L. Bellaschi, Electr. Engng. 54 (1935) S. 837; ETZ 56 (1935) S. 1208.
 3) P. L. Bellaschi und S. W. Roman, Electr. J. 31 (1934) S. 96.
 4) P. L. Bellaschi, Electr. J. 33 (1936) S. 273.

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernsprecher: 50 06 31. — Postscheckkonto: Berlin 213 12.

Bekanntmachung.

Ausschuß für Drähte und Kabel.

Der Ausschuß für Drähte und Kabel hat beschlossen, in VDE 0250 U „Umstell-Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen“, den 5. Absatz von § 6 wie folgt zu ändern:

„Bei wetterfest getränkten Gummiaderleitungen [Bezeichnung NGAW (UV)] ist die Gummihülle mit einem gummierten, gewebten Band und darüber mit einem Papierband bewickelt. Hierüber ist eine mit wetterfester Masse getränkte Beflechtung aus Baumwolle oder gleichwertigem Stoff angebracht. Wetterfeste Massen sind Massen, die trocknende pflanzliche Öle und Metalloxyde enthalten.“

Einsprüche sind bis zum 24. Februar 1938 an die Geschäftsstelle einzureichen.

Im Hinblick auf den Vierjahresplan werden bei dem Aufbau isolierter Leitungen und Kabel andere als bisher übliche Werkstoffe verwendet. Zur Beurteilung derart isolierter Leitungen und Kabel hat der Ausschuß für Drähte und Kabel eine Prüfanweisung aufgestellt, die nachstehend bekanntgegeben wird.

Die Anwendung von derartigen neuen Werkstoffen ist zur Zeit nicht zulässig für

Leitungen zum Anschluß ortsveränderlicher Stromverbraucher,
Fassungsadern,
Sondergummiaderleitungen NSGA,
wetterfeste Leitungen NGAW, PLWC,
Panzeradern NPA,
Nulleiter NBE,
Hochspannungskabel,
Niederspannungskabel für unterirdische Verlegung (im Erdboden).

Die VDE-Prüfstelle wird künftig bei der Begutachtung von isolierten Leitungen und Kabeln die Prüfanweisung unter Berücksichtigung der Veröffentlichung über die „Beurteilung von elektrotechnischen Erzeugnissen im Hinblick auf den Vierjahresplan“ [VDE 0040, ETZ 58 (1937) S. 1303] zugrunde legen.

Verband Deutscher Elektrotechniker

Der Geschäftsführer:

Blendermann

Ausschuß für Drähte und Kabel.

VDE 0285/II. 38

Prüfung von Leitungen und Kabeln für feste Verlegung, deren Leiterisolationen oder Mäntel aus thermoplastischen Kunststoffen bestehen.¹⁾

I. Leiterisolation.

a) Wärmedruckprüfung.

Die Adern der zu prüfenden Leitung sind von etwa vorhandenen Umhüllungen bis auf die Kunststoffisolation zu be-

¹⁾ Gilt nicht für Schaltdrähte in Apparaten der Fernmeldetechnik.

freien. Danach sind von jeder so vorbereiteten Ader 2 Probestücke über einen waagrecht liegenden Dorn zu hängen. Die Leitungsenden sind senkrecht nach unten mit je einem Gewicht gemäß nachfolgender Tafel zu belasten:

Nennquerschnitt mm ²	Dorn-Dmr. mm	Gewicht kg
bis 1,5	30	0,5
2,5	30	0,6
4	40	1
6	40	1,2
10	50	1,8
16	50	2

Nach 48-stündiger Erwärmung auf 70° (bei Fernmelde-Installationsleitungen auf 50°) darf sich die Wanddicke der Aderisolation um nicht mehr als 50% weggedrückt haben. An Probestück Nr. 1 ist die Wanddicke 5 min nach dieser Erwärmung mit dem Meßmikroskop zu messen.

Probestück Nr. 2 muß unmittelbar nach 1-stündigem Liegen unter Wasser von 70° während ½ h bei dieser Temperatur die für die einzelnen Typen in den VDE-Vorschriften festgelegten Spannungen aushalten.

b) Alterungsprüfung.

Die Zugfestigkeit der Leiterisolation muß bei 20° sowohl vor als auch nach der Alterungsprüfung 50 kg/cm² bei einer Meßlänge von 2 cm betragen.

Der zu prüfenden Leitung werden an 3 Stellen, die mindestens 1 m auseinanderliegen, je 2 Stücke entnommen, die fortlaufend mit

1 a, 2 a,
1 b, 2 b,
1 c, 2 c

bezeichnet werden.

Nach Befreiung der Leiterisolation von jeglicher Umhüllung wird an den Stücken mit ungeraden Zahlen die mechanische Prüfung vor der Alterungsprüfung ausgeführt. Aus diesen Probestücken wird der Leiter entfernt.

Die Stücke mit geraden Zahlen werden einer Alterungsprüfung unterworfen.

Zur Durchführung der Alterungsprüfung werden die Probestücke in einen Wärmeschrank gebracht und 7 × 24 h lang ununterbrochen auf einer Temperatur von 70 ± 2° gehalten.

Vor der Alterungsprüfung wird die Leiterisolation von jeglicher Umhüllung befreit, der Leiter wird dagegen nicht entfernt. Die Feststellung der Zugfestigkeit hat 24 h nach dem Herausnehmen aus dem Wärmeschrank zu erfolgen.

Als Zugfestigkeit der Leiterisolation gilt der Mittelwert aus je 3 Zugversuchen.

c) Kälteprüfung.

1. Schlagprüfung.

Drei Probestücke der Ader, die der Erwärmung nach 1 b) ausgesetzt waren, werden 2 h lang einer Lufttemperatur von — 5° ausgesetzt. Unmittelbar nach dem Herausnehmen aus dem Kälteschrank darf die Isolierhülle nicht brechen oder platzen, wenn ein Fallhammer von 200 g Gewicht aus einer Fallhöhe von 20 cm auf das auf einer Stahlplatte liegende Prüfstück fällt. Das Fallgewicht muß eine zylindrische Form mit einem Durchmesser von 15 mm besitzen. Die Schlagfläche (Grundfläche) ist mit r = 300 mm abzurunden.

2. Wickelprüfung für Adern bis einschl. 16 mm² Querschnitt.

Drei Probestücke der Ader, die der Erwärmung nach 1 b) ausgesetzt waren, werden 2 h lang einer Lufttemperatur von — 5° ausgesetzt. Unmittelbar nach dem Herausnehmen aus dem Kälteschrank darf die Isolierhülle bei Umwickeln auf einen Metalldorn von gleicher Temperatur vom 5-fachen Außendurchmesser der Ader nicht brechen oder platzen, wobei die Ader mit mindestens 3 Windungen in etwa 3 s aufzuwickeln ist.

d) Isolationsprüfung.

Ein Probestück der zu prüfenden Ader von 5 m Länge wird ohne Band und Beflechtung 24 h lang in Wasser von 20° gelegt. Nach dieser Zeit werden die Starkstromleitungen in Wasser von 60°, die Fernmelde-Installationsleitungen in Wasser von 30° 30 min lang gelagert. Nach dieser Lagerung wird bei den genannten Temperaturen der Isolationswiderstand zwischen Leiter und Wasser bei 100 V Gleichspannung 1 min nach Anlegen der Spannung bestimmt. Dieser muß bei Starkstromleitungen bei 60° mindestens 0,5 M Ω /km, bei Fernmelde-Installationsleitungen bei 30° mindestens 1 M Ω /km betragen.

II. Mäntel.

a) Wärmedruckprüfung.

Ein 20 cm langes Probestück ist von etwa vorhandenen Umhüllungen bis auf den Kunststoffmantel zu befreien. Über den Kunststoffmantel ist auf den halben Umfang des Probestückes glatt anliegend ein weicher Aluminiumdraht von 1,4 mm Durchmesser zu hängen. Beide Enden sind mit je einem Gewicht, welches in Gramm gerechnet 25-mal so groß ist wie der Durchmesser d des Probestückes in mm, senkrecht nach unten zu belasten, z. B. bei d 10 mm beträgt das Gewicht an beiden Enden je $25 \times 10 = 250$ g. Dann ist das Muster auf einer ebenen Fläche im Wärmeschrank 48 h lang einer Lufttemperatur von $70 \pm 2^\circ$ (bei Fernmelde-Installationsleitungen 50°) auszusetzen. Nach Erkaltung des Musters sind die Gewichte sowie der Draht zu entfernen. Die Wanddicke des Mantels darf sich an dieser Stelle nicht mehr als 50% weggedrückt haben. Die Wanddicke ist 5 min nach dem Entfernen des Drahtes mit dem Meßmikroskop zu messen.

b) Alterungsprüfung.

Bei 20° muß die Zugfestigkeit des Mantels sowohl vor als auch nach der Alterungsprüfung 50 kg/cm² und die Bruchdehnung 50% bei einer Meßlänge von 2 cm betragen.

Dem zu prüfenden Probestück werden an 3 Stellen, die mindestens 1 m auseinanderliegen, je 2 Stücke entnommen, die fortlaufend mit

- 1 a, 2 a,
- 1 b, 2 b,
- 1 c, 2 c

bezeichnet werden.

An den Stücken mit den ungeraden Zahlen wird die mechanische Prüfung vor der Alterung ausgeführt. Die Stücke mit den geraden Zahlen werden einer Alterungsprüfung unterworfen.

Zur Durchführung der Alterungsprüfung werden die Probestücke in einen Wärmeschrank gebracht und 7×24 h lang ununterbrochen auf einer Temperatur von $70 \pm 2^\circ$ gehalten.

Vor der Alterungsprüfung sind die Muster von etwa über dem Kunststoffmantel befindlichen Umhüllungen zu befreien. Die Feststellung der mechanischen Eigenschaften hat 24 h nach dem Herausnehmen aus dem Wärmeschrank zu erfolgen.

Als Zugfestigkeit bzw. Bruchdehnung des Kunststoffmantels gilt der Mittelwert aus je 3 Zugversuchen.

c) Kälteprüfung.

Drei Probestücke, die der Erwärmung nach II b) ausgesetzt waren, werden 2 h lang einer Lufttemperatur von -5° ausgesetzt. Unmittelbar nach dem Herausnehmen aus dem Kälteschrank darf der Mantel nicht brechen oder platzen, wenn ein Fallhammer von 200 g Gewicht aus einer Fallhöhe von 30 cm auf das auf einer Stahlplatte liegende Prüfstück fällt. Das Fallgewicht muß eine zylindrische Form mit einem Durchmesser von 15 mm besitzen. Die Schlagfläche (Grundfläche) ist mit $r = 300$ mm abzurunden.

d) Spannungsprüfung.

Falls der Mantel auch für Isolierzwecke dient, muß er unmittelbar nach 1-stündigem Liegen unter Wasser von 70° während 10 min bei dieser Temperatur die für die einzelnen Typen in den VDE-Vorschriften festgelegten Spannungen aushalten.

e) Chemische Prüfung.

Die Kunststoffe dürfen chemisch weder das Leiter- noch das übrige Aufbaumaterial angreifen (Richtlinien für die Prüfung sind in Vorbereitung).

III. Sonstige Prüfungen.

Alle anderen in den VDE-Vorschriften enthaltenen Prüfungen sind sinngemäß anzuwenden

Bekanntmachung.

Ausschuß für Freileitungen.

Der Ausschuß für Freileitungen hat die nachstehenden Änderungen an

VDE 0210 „Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen V. S. F.“

beschlossen. Die Änderungen sind vom Vorsitzenden des VDE im Januar 1938 genehmigt worden und treten mit dem auf die Veröffentlichung folgenden Tage in Kraft.

Verband Deutscher Elektrotechniker

Der Geschäftsführer:

Blendermann

VDE 0210c/I. 38

Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen V. S. F.

6. Änderung der ab 1. 1. 1930 gültigen Fassung.

§ 24.

Zulässige Spannungen.

Die Vorschrift g) erhält folgende neue Fassung:

„g) Bei einsteiligen nahtlosen Stahlrohrmasten mit einer Werkstofffestigkeit von mindestens 5500 kg/cm² darf die Zug- und Biegungsspannung σ_{zul} für die Normalbelastung nach Tafel III, Spalte 2, 2200 kg/cm² nicht überschreiten. Bei der Berechnung nach § 17c) darf die zulässige Zug- und Biegungsspannung σ_{zul} 2600 kg/cm² nicht überschreiten.

Bei Gittermasten aus nahtlosen Stahlrohren mit einer Werkstofffestigkeit von mindestens 5500 kg/cm² darf die Zug- und Biegungsspannung σ_{zul} für die Normalbelastung nach Tafel III, Spalte 2, 2400 kg/cm² nicht überschreiten. Bei der Berechnung nach § 17c) darf die zulässige Zug- und Biegungsspannung σ_{zul} 3000 kg/cm² nicht überschreiten.

Die Berechnung der Druckstäbe erfolgt nach b), c) und e). Die Werte für ω sind der für Baustahl St. 52 aufgestellten Tafel in der jeweils gültigen Dinorm zu entnehmen.“

§ 35.

Die Ziffer 6 in der Vorschrift a) wird durch einen neuen zweiten Absatz wie folgt ergänzt:

„Wird ein Kreuzungsfeld durch Zwischenmaste nach g), Ziffer 7 oder 8 unterteilt, muß dieser Abstand auch noch dann vorhanden sein, wenn die über den Reichsbahn-, Reichspost- oder Reichswasserstraßenanlagen liegenden Leitungen mit normaler Zusatzlast belastet, die Leitungen in nur einem anschließenden Kreuzungsfeld dagegen unbelastet sind.“

Bekanntmachung.

Ausschuß für Installationsmaterial.

Der Ausschuß für Installationsmaterial beabsichtigt in VDE 0610 „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K.P.I.“ den § 8 „Leitungsanschlüsse“ durch nachstehenden Absatz b) zu ergänzen:

„b) Für Klemmen zum Anschluß von ein-drähtigen Aluminiumleitern für Querschnitte bis 16 mm² gilt VDE 0608 „Vorschriften für Klemmen zum Anschluß von ein-drähtigen Aluminiumleitern mit Querschnitten bis 16 mm²“.

Der Ausschuß hat ferner einen Entwurf zu VDE 0608 „Vorschriften für Klemmen zum Anschluß von ein-drähtigen Aluminiumleitern mit Querschnitten bis 16 mm²“ aufgestellt, der nachstehend veröffentlicht wird.

Einsprüche sind bis zum 1. März 1938 der Geschäftsstelle einzureichen.

Verband Deutscher Elektrotechniker

Der Geschäftsführer:

Blendermann

Ausschuß für Installationsmaterial.**Entwurf.**

Anwendung des noch nicht endgültigen Entwurfs auf eigene Gefahr

VDE 0608**Vorschriften für Klemmen zum Anschluß von eindräftigen Aluminiumleitern mit Querschnitten bis 16 mm².****I. Gültigkeit.****§ 1.**

Geltungsbeginn.

Diese Vorschriften treten am in Kraft¹⁾.**§ 2.**

Geltungsbereich.

Diese Vorschriften gelten für Klemmen aus Kupfer oder Kupferlegierungen.

II. Bau.**§ 3.**

a) Leitungsanschlußschrauben müssen aus Kupfer, Kupferlegierung oder Stahl bestehen.

b) Bei gelockerter Schraube dürfen keine Teile der Klemme verlorengehen können.

§ 5.

Ausführung der Prüfung.

a) Die Klemmen sind in einem Wärmeschrank 25 mal je 30 min lang einer Temperatur von $120 \pm 2^\circ$ auszusetzen und jedesmal auf Raumtemperatur (15 bis 30°) abzukühlen. Anblasen mit Luft von Raumtemperatur ist zur Herbeiführung schnellerer Abkühlung zulässig.

b) Vor jeder Erwärmung und nach der letzten Abkühlung wird der Spannungsabfall bei Nennstrom (Gleichstrom) gemessen:

1. Bei Klemmen mit einem angeschlossenen Leiter: zwischen dem Leiter — Meßpunkt 1 mm von der Klemme entfernt (Druckstücke und zusätzliche Federglieder rechnen mit zur Klemme) — und der Klemme selbst — Meßpunkt möglichst nahe am Leiter.

2. Bei Klemmen mit mehreren angeschlossenen Leitern: zwischen den beiden Strom führenden Leitern — Meßpunkte etwa 1 mm von der Klemme entfernt.

c) Bei allen Leiterquerschnitten darf der Spannungsabfall bei der höchstzulässigen Dauerstromstärke 7 mV nicht übersteigen. Daraus ergeben sich Zuordnungen nach Tafel II (siehe auch VDE 0250 U/VI.37, § 23, Tafel IX b):

Tafel II.

1 Klemmen für Geräte mit Angabe des Nennstromes			5 Klemmen für Geräte mit Angabe des anzuschließenden Leiterquerschnittes		
Nennstrom des Gerätes A	Querschnitt des anzuschließenden Aluminiumleiters mm ²	höchstzulässiger Spannungsabfall bei der Nennstromstärke des Gerätes	Querschnitt der anzuschließenden Leiter mm ²	höchstzulässige Dauerstromstärke der Aluminiumleitung A	höchstzulässiger Spannungsabfall mV
6	2,5	2,5	—	—	—
10	2,5	4,1	2,5	17	7
15	4	4,8	4	22	7
20	6	5,0	6	28	7
25	10	4,6	10	38	7
35	16	4,6	16	53	7

III. Prüfung.**§ 4.**

Prüfanordnung.

a) Zur Prüfung sind 10 Klemmen zu verwenden, die sich auf dem für ihren späteren Verwendungszweck vorgesehenen Sockel befinden (Schaltersockel, Abzweigring usw.). Die Sockel sind auf einer gemeinsamen Unterlage starr zu befestigen.

b) Die 10 Klemmen sind unter Verwendung von Aluminiumleitern in Reihe zu schalten. Für die Beschaffenheit der anzuschließenden Aluminiumleiter gilt VDE 0250 U/VI.37, § 2. Die Enden der Leiter sind vorher abzuschaben und sofort mit neutralem Vaseline zu fetten.

An die Klemmen ist die ihrer Bestimmung entsprechende Anzahl Leiter anzuschließen.

c) Falls auf einem Sockel zwischen den Klemmen solche Teile liegen, die den Wärmebeanspruchungen nach § 5 a) nicht unverändert standhalten (Kontaktfedern, Schaltwalzenbelag), sind diese Teile zu überbrücken und, falls erforderlich, zu entfernen.

d) Alle an die zu prüfenden Klemmen einschließlich der Endklemmen angeschlossenen Leiter sind so anzubringen, daß durch Wärmedehnung oder durch sonstige mechanische Beanspruchung der angeschlossenen Leiter Lageveränderungen in den Klemmen, die das Prüfergebnis beeinflussen, nicht eintreten können.

e) Die Leitungsanschlußschrauben sind mit Drehmomenten gemäß Tafel I anzuziehen:

Tafel I.

1 Gewinde- durchmesser mm	2 Drehmoment cmkg	3 Drehmoment bei Mantelklemmen cmkg
2,6	3	6
3	4	8
3,5	6	12
4	7	14
5	9	18
6	12	24

¹⁾ Genehmigt durch

d) Der bei der Endmessung festgestellte Wert darf den in Tafel II angegebenen zugeordneten höchstzulässigen Spannungsabfall nicht übersteigen. Bei dieser Prüfung darf nur eine der Klemmen versagen.

e) Liegt der Wert des Spannungsabfalles nach der 25. Abkühlung um 50% oder mehr über dem nach der 10. Abkühlung gemessenen Wert, so sind weitere 25 Erwärmungen durchzuführen. Der Endwert des Spannungsabfalles darf dann nicht über den in Tafel II angegebenen Werten liegen. Bei dieser Prüfung darf gleichfalls nur eine der Klemmen versagen.

f) Bei Klemmen mit mehreren angeschlossenen Leitern ergibt sich der zulässige Spannungsabfall aus dem Produkt der Zahl der in Reihe liegenden Kontaktstellen und dem gemäß Tafel II höchstzulässigen Spannungsabfall.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.

**Betr.: Unberechtigte Benutzung des VDE-Zeichens.**

Es befinden sich Heizkissen mit der Bezeichnung „Sonnfä“ im Handel, welche das VDE-Zeichen tragen, obwohl bisher für die erwähnten Heizkissen noch keine Zeichengenehmigung ausgesprochen worden ist. Vor dem Ankauf bzw. dem Vertrieb dieser zu Unrecht mit dem Verbandszeichen versehenen Kissen wird gewarnt und gleichzeitig gebeten, der Prüfstelle Mitteilung zu machen, wenn derartige Kissen noch irgendwo festgestellt werden.

Betr.: Leitungsschutzschalter.

Laut Mitteilung des Elektrischen Prüfamtes 3 in München entsprechen die nachstehend aufgeführten Leitungsschutzschalter der Firma Stotz-Kontakt G.m.b.H., Mannheim-Neckarau, den Leitsätzen für Leitungsschutzschalter VDE 0641/1936:

Leitungsschutzschalter (Sockelform) für vorderseitigen Anschluß mit thermischer (verzögerter) und elektromagnetischer (unverzögert wirkender) Auslöseeinrichtung, mit Freiauslösung und Schaltknebel für Ein- und Ausschaltung, 250 V Gleich-, 380 V Wechselstrom

- a) mit freiliegenden Anschlußklemmen, für Einbau,
1. einpolig, mit zwangsläufig ein- und ausschaltbarem Nullleiter
für 6 A Nennstrom, Bezeichnung 13 706 SLVJ 11, N. a.
„ 10 A „ „ 13 710 „ 111, „
„ 15 A „ „ 13 715 „ 111, „
 2. zweipolig (ohne Nulleiter)
für 6 A Nennstrom, Bezeichnung 13 706 SLVJ 222, o. N.
„ 10 A „ „ 13 706 „ 222, „
„ 15 A „ „ 13 706 „ 222, „
- b) mit Klemmen-Abdeckhaube, für Wand-Aufstellung in trockenen Räumen
1. einpolig, mit zwangsläufig ein- und ausschaltbarem Nullleiter
für 6 A Nennstrom, Bezeichnung 13 706 SLWJ 111, N. a.
„ 10 A „ „ 13 710 „ 111, „
„ 15 A „ „ 13 715 „ 111, „
 2. zweipolig (ohne Nulleiter)
für 6 A Nennstrom, Bezeichnung 13 706 SLWJ 222, o. N.
„ 10 A „ „ 13 710 „ 222, „
„ 15 A „ „ 13 715 „ 222, „
- Prüfzeit: Dez. 1937.

Für Leitungsschutzschalter wird z. Z. die Genehmigung zur Führung des VDE-Zeichens noch nicht erteilt. Leitungsschutzschalter, welche lt. Gutachten des Elektrischen Prüfamtes 3 in München den oben erwähnten Leitsätzen entsprechen, können aber ebenso als verbandsmäßig angesehen werden wie andere Geräte, deren Übereinstimmung mit den VDE-Vorschriften von der VDE-Prüfstelle durch Erteilung der Zeichengenehmigung anerkannt worden ist.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker
Zimmermann

Aus den VDE-Bezirken

Bezirk Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein E. V.
(Gegründet 1879)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 IV, VDE-Haus.
Fernsprecher: 34 88 85. — Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Fachversammlung

des Fachgebietes „Installationstechnik“
Leiter: Oberingenieur W. Hoeres VDE

Vortrag

des Herrn Dipl.-Ing. F. H. Boening VDE, Berlin, am Donnerstag, dem 10. Februar 1938, um 20⁰⁰ in der Technischen Hochschule, Charlottenburg, Hörsaal EB 301, über das Thema:

„Praktische Erfahrungen bei der Revision von Hochspannungsanlagen im Versorgungsgebiet der Bewag.“

Eintritt und Kleiderablage frei.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Die nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um 18⁰⁰ im Jungingenieurzimmer des VDE-Hauses, Charlottenburg, Bismarckstraße 33, statt. Die Teilnahme ist frei. VDE-Mitgliedschaft ist nicht Bedingung.

- Elektrophysik.** Leiter: Dr.-Ing. F. Hauffe VDE.
10. 2. 1938 Vortragsreihe: Physikalische und technische Grundlagen des elektrischen Schweißens. 2. Abend: „Lichtbogenschweißung“ (II. Teil), Vortragender: Dr. Becken.
- Industrieanlagen.** Leiter: Dr.-Ing. R. v. Meibom VDE.
14. 2. 1938 Besichtigung der Deutschen Verlags-A.-G., Tempelhof. 13⁰⁰. Fernmündliche Anmeldung erforderlich unter Ruf: 34 00 11/2607.
- Kabel und Freileitungen.** Leiter: Dr.-Ing. F. Kaiser VDE.
14. 2. 1938 „Messungen an Fernsprechkabeln und die dazu notwendigen Meßgeräte“ (I. Teil), Vortragender: Ingenieur Chr. Kähler, Beginn: 18⁰⁰.
- Elektrische Bahnen.** Leiter: Reg.-Baumeister a. D. Dr.-Ing. H. Kother VDE.
15. 2. 1938 „Fragen aus dem elektrischen Zugbetrieb“, Vortragender: Reichsbahnoberrat O. Michel VDE.
- Stromrichter.** Leiter: Dr.-Ing. W. Bohlau VDE.
16. 2. 1938 Ausspracheabend: Welligkeit, Störspannung, Aussteuerung, Saugdrossel, Glättungseinrichtungen. — Berechnung von Glättungseinrichtungen. — Der Gleichrichter im Kurzschluß.
- Hochfrequenztechnik.** Leiter: Dr.-Ing. A. Allerding VDE.
17. 2. 1938 „Fragen des Lautsprecherbaues“, Vortragender: Ingenieur H. Ebbighausen.
- Hochspannungstechnik.** Leiter: Dr.-Ing. G. Hameister VDE.
18. 2. 1938 „Das Betriebsverhalten der Generatoren- und Umspanner-Isolation“, Vortragender: Obering. Dipl.-Ing. E. Schmöhl VDE.
- VDE Bezirk Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Geschäftsführer
Burghoff

Niederschrift über die Jahresversammlung am 25. Januar 1938.

Tagesordnung:

1. Geschäftliche Mitteilungen.
2. Jahresbericht.
3. Kassenbericht.
4. Wahl der Rechnungsprüfer.
5. Vortrag des Herrn Dr.-Ing. habil. W. Kluge VDE, Berlin, über das Thema: „Entwicklungsstand in Physik und Technik neuzeitlicher Photozellen“.

Vorsitz: Herr Professor Dr.-Ing. Kloss VDE.

Zu Punkt 1:

Der Vorsitzende gibt die im Monat Februar 1938 stattfindenden Vortragsveranstaltungen bekannt. Weiterhin berichtet er über eine im April 1938 beginnende Amerika-Studienfahrt des VDE sowie über die Herausgabe der VDE-Fachberichte 1937.

Zu Punkt 2:

Vorsitzender: „Bevor ich zum Jahresbericht übergehe, habe ich die traurige Pflicht, unserer im Laufe des Jahres 1937 verschiedenen Mitglieder zu gedenken. Es sind dies:

Bauer, Alois, Ingenieur, Bratislava.
Biermann, Fritz, Direktor, Wiesbaden.
Gerhartz, Wilhelm, Oberingenieur Dipl.-Ing., Berlin-Charlottenburg.
Goll, Karl, Direktor, Berlin-Charlottenburg.
Günther, E. H., Municipal Electrical Eng., Springfontein.
Helbling, Werner, Dipl.-Ing., Berlin-Charlottenburg.
Janet, Paul, Professor Dr., Malakoff.
Kann, August, Professor Dr., Wien.
Krüger, Walter, Ingenieur, Berlin-Charlottenburg.
Licht, Hugo, Patentanwalt Ing., Berlin.
Lotz, Heinz, Dr., Berlin.
Mastaglio, Max, Oberingenieur, Berlin-Charlottenburg.
Meyer, Christoph, Dipl.-Ing., Berlin-Charlottenburg.
Reichel, Walter, Geheimrat Professor Dr.-Ing., Dr.-Ing. E. h., Berlin-Lankwitz.
Reimer, Herbert, Ingenieur, Berlin.
Rother, Alexander, Professor Dr., Warschau.
Sieg, Edwin, Oberingenieur, Hennigsdorf.
Schmidt, Otto Ferdinand, Direktor, Helsingfors.
Trobl, Jos. A., Ingenieur, Wettingen.
Weißleder, Fritz, Dr.-Ing. E. h., Berlin-Lichterfelde.
Winter, Wilhelm, Elektroingenieur, Grube Ilse.
Zastrow, Alfred, Oberingenieur, Berlin-Charlottenburg.

Meine Herren! Wir werden allen diesen Verstorbenen, die zum Teil jahrzehntelang Mitglieder unseres Vereins waren, auch über das Grab hinaus ein ehrendes Andenken bewahren. Sie haben sich zu Ehren der Verstorbenen von ihren Plätzen erhoben. Ich danke Ihnen.

Ich habe nun zunächst über unsere Vortragsveranstaltungen zu berichten. Die im Jahre 1936 vorgenommene Unterteilung in Fachgebiete hat sich auch im abgelaufenen Geschäftsjahr durchaus bewährt, so daß wir vorderhand keine Ursache haben, nach einer anderen Organisationsform für unser Vortragswesen zu suchen. Im vergangenen Jahre fanden sechs Bezirksversammlungen und 27 Fachversammlungen statt. An erster Stelle mit je vier Fachversammlungen stehen die Fachgebiete „Funktechnik und Verstärkertechnik“ (Leiter: Professor Dr. Faßbender) und „Leitungstelegraphie und -telephonie“ (Leiter: Professor Küpfmüller). Es folgen dann die Fachgebiete „Hochspannungsgeräte“ (Leiter: Direktor Dr.-Ing. Krohne) und „Meßtechnik“ (Leiter: Postrat Dr. Moench) mit je drei Fachversammlungen. In den übrigen Fachgebieten fanden weniger als drei Versammlungen statt. Sämtliche Vorträge waren gut besucht und lösten zum großen Teil recht ausgedehnte Diskussionen aus. Allen Fachgebietsleitern und Mitgliedern des Vortragsausschusses wie auch den Vortragenden selbst sage ich in Ihrer aller Namen unseren herzlichsten Dank für alle Mühe, die sie für das Zustandekommen und die Vorbereitung der Vorträge aufgewandt haben.

Unsere Jungingenieure sind in ihren einzelnen Arbeitsgemeinschaften an 131 Abenden zusammengekommen. Diese rege Tätigkeit erfüllt uns mit besonderer Freude, zumal sie uns zeigt, mit welchem Eifer sich unsere junge Generation ihrem Berufe zuwendet. Besonderen Anteil an dieser vorbildlichen Arbeit haben die Leiter unserer Jungingenieur-Arbeitsgemeinschaften, denen ich hiermit ebenfalls Dank sage. Besonders anerkennend möchte ich dabei die Rührigkeit des jetzigen Jungingenieur-Obmannes Dipl.-Ing. von dem Knesebeck hervorheben, der auch als Beauftragter des Gesamt-VDE zu dem guten Gelingen des Jungingenieur-Treffens anlässlich der 39. VDE-Mitgliederversammlung in Königsberg wesentlich beigetragen hat. Wir hoffen, daß es uns wie im Vorjahre auch im Jahre 1938 möglich sein wird, einer größeren Anzahl von Jungingenieuren die Teilnahme an der 40. VDE-Mitgliederversammlung durch finanzielle Beihilfen zu ermöglichen.

In dem Bestreben, in den dünner besiedelten Gebieten unseres Bezirks die dort ansässigen Mitglieder durch Bildung

von Stützpunkten in ein engeres Verhältnis zum Verband zu bringen, haben wir im Oktober und November die Ortsgruppen Frankfurt (Oder) (Leiter: Dipl.-Ing. Schramme) und Landsberg (Warthe) (Leiter: Direktor Darr) ins Leben gerufen. Beide Ortsgruppen haben sich in der kurzen Zeit ihres Bestehens bereits gut weiterentwickelt, was uns ermutigt hat, in der eingeschlagenen Richtung weiterzuarbeiten. Wir rechnen damit, Ihnen beim nächsten Jahresbericht über die Eröffnung weiterer Ortsgruppen berichten zu können.

Wie alle Jahre, so möchte ich auch heute wieder den Firmen und Behörden, die uns die Veranstaltung von Besichtigungen ermöglicht haben, bestens danken. Im Berichtsjahr 1937 fanden insgesamt neun Besichtigungen, davon drei für Jungingenieure, statt. Leider war es uns bzw. den veranstaltenden Firmen oder Körperschaften nicht immer möglich, alle Kartenbestellungen zu befriedigen. Wir werden uns jedoch bemühen, durch die Vornahme recht vieler Besichtigungen den Wünschen unserer Mitglieder gerecht zu werden.

Unser „Gemeinsamer Fachausschuß mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule“ (Vorsitzender: Dr.-Ing. E. h. Trettin) veranstaltete im Jahre 1937 eine Vortragsreihe über „Entwicklung, Gestaltung und Verwendung elektrotechnischer Isolierstoffe“ und begann eine weitere Vortragsreihe über „Partielle Differentialgleichungen“, welche letztere zur Zeit noch im Gange ist. Die Reihe über „Isolierstoffe“ ist inzwischen bereits als Buch erschienen. Die Tatsache, daß beide Reihen bis fast auf den letzten Platz ausverkauft waren, ist der beste Dank für die wertvolle Arbeit unseres Gemeinsamen Fachausschusses mit dem Außeninstitut.

An den Arbeiten des „Ausschusses für Blitzableiterbau“ (Vorsitzender: Professor Matthias) haben wir uns im abgelaufenen Jahr ebenfalls beteiligt. Die 4. Auflage des Buches „Blitzschutz“ wurde fertiggestellt und in den Buchhandel gebracht. Die Anfragen bei dem Ausschuß für Blitzableiterbau haben infolge der augenblicklich großen Bautätigkeit und der z. Z. manchmal schwierigen Baustofffragen erheblich zugenommen.

Der „Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen“ (Vorsitzender: Professor Dr. Wallot) hat im Jahre 1937 in zwei Sitzungen eine größere Zahl von Entwürfen endgültig angenommen. Diese Entwürfe werden im Laufe des Jahres 1938 in Form von Normblättern herauskommen.

Am 18. März 1937 wurde die Siemens-Stephan-Gedenkplatte, die bisher etwa alle fünf Jahre zur Verteilung kam, Herrn Professor Dr. Wallot in Anerkennung seiner großen Verdienste um die Elektrotechnik und um die Förderung der Arbeiten des Ausschusses für Einheiten und Formelgrößen sowie seiner hervorragenden Vertretung der deutschen Belange in der Internationalen Elektrotechnischen Kommission verliehen. Diese Verleihung hat nachträglich eine besondere Note durch den Umstand erhalten, daß es die letzte Verleihung gewesen sein wird, die der Bezirk Berlin-Brandenburg vorgenommen hat. Auf der 39. VDE-Mitgliederversammlung in Königsberg wurde die Gedenkplatte auf Ansuchen des Gesamtverbandes dem Vorsitzenden des VDE zur weiteren Verleihung überlassen.

Unsere gesellschaftlichen Veranstaltungen, und zwar der herkömmliche Gesellschaftsabend am 14. Januar 1937 und der Sommerausflug am 5. Juni 1937, erfreuten sich einer starken Beteiligung und verliefen in sehr harmonischer Weise. Von dem Sommerausflug wurde ein Film aufgenommen, der anlässlich unseres diesjährigen Gesellschaftsabends vor 14 Tagen uraufgeführt wurde. An dem Fest der Technik am 6. November 1937, das im vergangenen Jahre erstmalig unter der Schirmherrschaft des NSBDT veranstaltet wurde, nahmen unsere Mitglieder auch in größerer Zahl teil. Der unserem Unterstützungsfonds zugeflossene Überschußanteil aus diesem Fest betrug 1746,50 Reichsmark. Dieser Betrag gibt uns die Möglichkeit, wieder einer Reihe von in Not befindlichen Berufskameraden zu helfen. Entsprechende Unterstützungsgesuche werden stets eine sorgfältige Bearbeitung erfahren.

Schließlich habe ich Ihnen noch Angaben über die Mitgliederbewegung unseres Bezirks zu machen. Der letzte Jahresbericht schloß mit einer Mitgliederzahl von 3001 ab. Der Mitgliederstand am 31. Dezember 1937 betrug 3825. Mithin beläuft sich der Zuwachs im Jahre 1937 auf 824. Dazu ist noch zu bemerken, daß der Mitgliederzuwachs seit dem 1. Januar 1938 bis heute, also in 25 Tagen, sich auf weitere 380 beläuft. Wir können also mit der augenblicklichen Entwicklung durchaus zufrieden sein.

Wird das Wort zu diesem Bericht gewünscht? — Das ist nicht der Fall. Dann nehme ich an, daß der Bericht als angenommen gilt.“

Zu Punkt 3:

Der Schatzmeister, Herr Direktor Dr. Thürmel, erstattet den Kassenbericht. Daraufhin spricht der Vorsitzende dem Schatzmeister im Namen der Versammlung den aufrichtigen Dank für seine oft recht mühevollen Arbeit aus, die er auch in diesem Jahre in altbewährter und nie versagender Hingabe geleistet hat.

Zu Punkt 4:

Auf Vorschlag werden die Herren Oberingenieur Dipl.-Ing. Calliess und Professor Dr. phil. Faßbender zu Rechnungsprüfern für die Prüfung des Rechnungsjahres 1937 gewählt.

Zu Punkt 5:

Der Vorsitzende erteilt Herrn Dr.-Ing. habil. Kluge das Wort zu seinem Vortrag. Eine Aussprache schloß sich an den Vortrag nicht an. Mit dem verbindlichen Dank an den Vortragenden für seine von interessanten Versuchen begleiteten Ausführungen wurde die Versammlung beendet.

VDE Bezirk Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein E. V.
Kloss

Sitzungskalender.

VDE, Bezirk Bergisch Land, Wuppertal-Elberfeld. 15. 2. (Di), 20¹⁵, „Saal der Technik“: Aus Theorie und Praxis des Niederspannungsschalterbaues“. Dr.-Ing. D. Müller-Hillebrand VDE. (Mit Film.)

VDE, Bezirk Braunschweig (gemeins. m. Außeninst. der T. H.). a) 16. 2. (Mi), 20¹⁵, T. H.: „Wie entsteht eine Rundfunksendung?“ (m. Versuchen). Prof. Dr.-Ing. L. Pungs.

b) 18. 2. (Fr), 20¹⁵, T. H.: „Fernzählung und Summenmessung“. Dipl.-Ing. Nolte VDE.

VDE, Bezirk Danzig. 14. 2. (Mo), 20⁰⁰, T. H.: „Probleme der Störungsaufklärung in Starkstromnetzen“ (m. Lichtb. und Film). Dr.-Ing. H. Boekels VDE.

VDE, Bezirk Hansa, Hamburg. 16. 2. (Mi), 20⁰⁰, Techn. Staatslehranstalt: „Elektr. Regelantriebe“ (m. Lichtb.). Dr. W. Leukert VDE.

VDE, Bezirk Köln. 18. 2. (Fr), 20⁰⁰, Lesegesellschaft: „Kurzschlußströme, ihre Entstehung, Wirkung und Bekämpfung“. Dr. Schmitz VDE. Vorführung des Tagungsfilms der VDE-Tagung Königsberg.

VDE, Bezirk Kurpfalz, Mannheim. 18. 2. (Fr), 20¹⁵, Otto-Beck-Str. 21: „Überspannungsschutz und seine bes. Anwendung“. Dr. Frühauf VDE.

VDE, Bezirk Magdeburg. 15. 2. (Di), 20¹⁵, Ver. Techn. Staatslehranstalten. „Ergebnisse der neueren Stoßspannungsforschung unter bes. Berücks. der Transformatoren“. Dr.-Ing. Rebhan VDE.

VDE Bezirk Niedersachsen, Stützpunkt Wilhelmshaven. 15. 2. (Di), 20³⁰, Altddeutsche Bierstuben: „Elektrolytische Oberflächenbehandlung von Leichtmetallen“. Dr.-Ing. H. Fischer.

VDE, Bezirk Nordbayern, Nürnberg. 18. 2. (Fr), 20⁰⁰, Städt. Werke: „Ein Ingenieur reist nach Indien“ (mit Lichtb.). Dr.-Ing. W. Estorff VDE.

VDE, Bezirk Nordmark, Kiel. 16. 2. (Mi), 20¹⁵, Phys. Inst. Univ.: „Schiffskommandoanlagen an Bord von Handelsschiffen“. Obering. Poppe.

VDE, Bezirk Südbayern, München. 16. 2. (Mi), 20⁰⁰, T. H.: „Probleme der Störungsaufklärung in Starkstromnetzen“ (m. Lichtb.). Dr.-Ing. H. Boekels VDE.

VDE, Bezirk Südhessen, Darmstadt. 16. 2. (Mi), 20¹⁵, El. Inst.: „Bericht über eine Amerikareise unter bes. Berücks. der Schalterfrage“. Dir. Dr. Kesselring VDE.

VDE, Bezirk Württemberg, Stuttgart. 17. 2. (Do), 20⁰⁰, T. H.: „Regelproblem und elektr. Antrieb bei Arbeitsmaschinen“ (m. Lichtb. u. Filmvorf.). Prof. Dr.-Ing. W. Oertel VDE.

VERSCHIEDENES.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

E. L. Nichols †. — Am 10. 11. 1937 ist der seit 1919 im Ruhestand lebende Professor der Physik und Astronomie Dr. phil. Edward Leamington Nichols gestorben. Nichols ist 1854 als Sohn amerikanischer Eltern in England geboren worden und hat 4 Jahre in Deutschland studiert. 1879 promovierte er in Göttingen und war dann als Assistent Edisons, danach als Lehrer und Forscher an den amerikanischen Universitäten Kansas und Cornell tätig. Seine wissenschaftlichen Arbeiten betrafen vorwiegend die Optik; von besonderer Bedeutung für die amerikanische Physik war die Gründung der Zeitschrift „Physical Review“ durch Nichols im Jahre 1893. Zwanzig Jahre lang hat er noch als Herausgeber diese Zeitschrift zu ihrer heutigen Bedeutung geführt.

A. Teves. — Herr Dr. h. c. Alfred Teves, Gründer und Inhaber der Ate-Werke in Frankfurt a. M., vollendete am 27. 1. 1938 das 70. Lebensjahr. Beginnend mit dem Bau von Kraftwagen-, später Flugzeugteilen, hat sich Herr Dr. Teves als einer der ersten in Deutschland der Kleinkälteindustrie zugewandt und u. a. Elektro-Kühlanlagen aller Größen geschaffen.

EINGÄNGE.

[Ausführliche Besprechung vorbehalten.]

Bücher.

VDE-Fachberichte 1937. 9. Bd. Herausg. v. Verband Deutscher Elektrotechniker e. V., Berlin. Mit 322 Abb. u. 11 Tab. im Text, VI u. 242 S. im Format A 4. ETZ-Verlag, Berlin-Charlottenburg 4. Preis geh. 12 RM, für Mitglieder 8 RM.

Die Elektrowärme im Bauernhaushalt, ein Mittel zur wirtschaftlichen Gestaltung der Stromversorgung landwirtschaftlicher Abnehmer. Folge 1. Bericht über die Versuchsergebnisse von drei mit Elektrowärme-Geräten eingerichteten Versuchsdörfern 1934/35. Von Prof. Dr. Derlitzki in Zusammenarbeit mit Dipl.-Ing. von Waechter und Dipl.-Landwirt Staubesand (Heft 75 der RKTL-Schriften). Mit 40 Abb. u. 86 S. im Format A 4. Beuth-Verlag G. m. b. H., Berlin 1937. Preis kart. 5 RM.

Die Untersuchung und Richtigstellung galvanotechnischer Bäder und die Erprobung der galvanotechnischen Metallniederschläge. Von Dr. A. Wogrinz. Mit 15 Abb. u. 77 S. im Format 160×230 mm. Verlag Martin Boerner, Halle (Saale) 1937. Preis kart. 4 RM.

Forschung und Prüfung. 50 Jahre Physikalisch-Technische Reichsanstalt. Herausg. von J. Stark. Mit 12 Bildnissen u. 11 Abb., VII u. 309 S. im Format 170×240 mm. Verlag von S. Hirzel, Leipzig 1937. Preis geh. 10 RM, geb. 12 RM.

Einführung in die Funktechnik. Verstärkung, Empfang, Sendung. Von Dipl.-Ing. Dr. techn. Fr. Benz. Mit 443 Abb., XV u. 411 S. im Format 160×240 mm. Verlag von Julius Springer, Wien 1937. Preis geh. 15 RM, geb. 16,80 RM.

Aluminium-Taschenbuch. 8. Aufl. Herausg. Aluminium-Zentrale G. m. b. H., Berlin. Mit zahlr. Abb., XVIII u. 377 S. im Format 120×165 mm. Verlag Aluminium-Zentrale, Abt. Literar. Büro, Berlin 1937. Preis geb. Inland 2,50 RM, Ausland 5 RM.

[In der achten Auflage ist der Abschnitt Elektrotechnik gründlich überarbeitet und vervollständigt und behandelt auch eingehend die neuesten VDE-Vorschriften. Ein ausführliches Schrifttumsverzeichnis beschließt das bekannte Taschenbuch.]

Valtionrautateiden Tariffipolitiikka, Vuosina 1897 bis 1932. (Die Tarifpolitik der Finnischen Staatseisenbahnen in den Jahren 1897—1932.) Von R. Castrén. Mit 288 S. im Format 170×240 mm. Verlag: Suomalaisen Kirjallisuuden Seuran Kirjapainon Oy, Helsinki 1937.

Einführung in die theoretische Physik (in drei Bänden). Von Prof. Dr. Cl. Schaefer. 3. Bd., 2. Teil: Quantentheorie. Mit 88 Abb., VII u. 510 S. im Format 165×245 mm. Verlag W. de Gruyter & Co., Berlin u. Leipzig 1937. Preis geh. 26 RM, geb. 28 RM.

Technische Strahlungsaustauschrechnungen und ihre Anwendung in der Beleuchtungstechnik und beim Wärmeaustausch. Von Dr.-Ing. habil. E. Eckert. Mit 63 Abb. u. 61 S. im Format A 5. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin 1937. Preis geh. 6 RM.

Statistisches Jahrbuch für die Eisen- und Stahlindustrie 1937. Statistische Gemeinschaftsarbeit der Bezirksgruppe Nordwest der Wirtschaftsgruppe Eisen schaffende Industrie und der Stahlwerks-Verband Aktiengesellschaft. Mit IX u. 248 S. im Format A 5. Verlag Stahl Eisen m. b. H., Düsseldorf 1937. Preis kart. 5 RM.

[Über die Bedeutung dieses nunmehr in seinem 9. Jahrgang erscheinenden statistischen Jahrbuches ist wohl kaum mehr etwas zu sagen. Im Vergleich zur letzten Ausgabe konnte der Inhalt an verschiedenen Stellen erweitert werden, so bezüglich der Angaben über die Eiseneinfuhr Iraks, über die Rohstahl- und Walzwerkserzeugung und die Eisenausfuhr Mandschukos, über die Ein- und Ausfuhr Italiens, Österreichs, der Schweiz und der Tschechoslowakei. Weiter wurden die Übersichten über die Entwicklung der deutschen Inlandspreise durch die Aufnahme von weiteren Eisenerzeugnissen ergänzt. Als umfassendes Nachschlagewerk für eisenindustrielle Fragen wird das Buch stets immer wieder von Nutzen sein.] Kp.

Magnesium-Legierungen. Patentsammlung geordnet nach Legierungssystemen von Oberregierungsrat Dipl.-Ing. A. Grützner unter Mitarb. v. Regierungsrat Dipl.-Ing. G. Apel und Regierungsrat Dipl.-Ing. C. Götze. Zugleich Anhang zu Magnesium Teil A in Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie. 8. Aufl. Herausg. v. d. Deutschen Chemischen Gesellschaft. Mit VIII u. 192 S. Tabellen im Format B 5. Verlag Chemie G. m. b. H., Berlin 1937. Preis kart. 20 RM, geb. 23 RM.

Die Grundlagen der Funktechnik. (In 4 Teilen.) Von F. Weichart. Teil 1 bis 4. 5. verbess. Aufl. Mit 534 Abb., VIII u. 138, IV u. 132, 180 u. 147 S. im Format B 6. Verlag Weidmannsche Buchhandlung, Berlin 1936 u. 1937. Preis geb. Teil 2: 2,70 RM, Teil 1, 3, 4 je 3 RM.

[Das Werk ist, wie man durch einen Vergleich leicht feststellen kann, auch gegenüber der letzten, der 4. Auflage, formal und inhaltlich ständig verbessert und erweitert worden. Eine ausführliche Besprechung der 4. Auflage findet sich auf S. 1335, Bd. 57 (1936) dieser Zeitschrift.] Mbt.

Doktordissertation.

Paul Voltz, Beitrag zur Theorie des Induktionskondensators. T. H. Aachen 1937.

Gustav Kniehase, Der Einfluß der Energiewirtschaft auf den Standort der Industrien. T. H. Breslau 1934.

Veranstaltungen anderer Vereine.

Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung, Berlin, gemeinsam mit dem Außeninstitut der T. H. 16. 2. (Mi), 18¹⁵, Neuer Physiksaal der T. H.: „Grundfragen der Elektrizitätswirtschaft“. Prof. Dr.-Ing. W. Willing VDE. (Verlegt vom 9. 2.)

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:

Oberregierungsaurat Dr.-Ing. F. W. Petzel, Berlin-Wilmersdorf, Wiesbadener Str. 58c.

Dr. R. Sachtleben, München 28, Am Priel 31.

Dr.-Ing. W. Schuisky, Hengelo(O)/Holland, Oude Bornscheweg 92.

Abschluß des Heftes: 4. Februar 1938.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE

Stellvertretung: G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
G. H. Winkler VDE

Zuschriften sind nicht an eine persönliche Anschrift zu richten, sondern nur an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und nur mit Genehmigung des Verfassers und der Wissenschaftlichen Leitung der ETZ gestattet.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

59. Jahrgang

Berlin, 17. Februar 1938

Heft 7

Beitrag zur Neu-Eichung der Kugelfunkenstrecken für Niederfrequenz.

(Mitteilung aus dem Institut für Starkstrom- und Hochspannungstechnik der T. H. Dresden.)

Von L. Binder VDE und W. Hörcher, Dresden.

621. 317. 728. 025

Übersicht. Um zu verbesserten Eichwerten für Kugelfunkenstrecken zu gelangen, wurden zwei neue Wege beschritten. Einmal ist ein Schlagweitenvergleich durchgeführt worden, wobei immer zwei Funkenstrecken mit Kugelpaaren verschiedenen Durchmessers in Parallelschaltung an der gleichen Spannung lagen; sodann wurde für jede einzelne Funkenstrecke die Überschlagnspannung mittels eines neu entwickelten hochohmigen Metallwiderstandes gemessen. Ein wesentlicher Teil der Arbeit behandelt die möglichen Fehlerquellen. Die Messungen sind durchgeführt worden mit Wechselspannung 50 Hz an einpolig geerdeten Funkenstrecken für Kugeldurchmesser von 5, 10, 15, 25, 50, 100 und 150 cm. Die gefundenen Werte sind einer Zahlentafel unmittelbar zu entnehmen.

Einleitung.

Als einer der ersten hat Bechdoldt¹⁾, angeregt durch frühere Messungen von A. Palm²⁾, auf Grund eingehender Versuche darauf hingewiesen, daß die in den VDE-Tafeln gegebenen Eichwerte für Kugelfunkenstrecken in gewissen Bereichen nicht miteinander verträglich sind. Es wurde an Kugelpaare verschiedenen Durchmessers in Parallelschaltung gleichzeitig dieselbe Spannung gelegt und die Schlagweite so eingeregelt, daß der Überschlag abwechselnd an der einen oder der anderen Funkenstrecke eintrat. Aus den Eich tafeln hätte sich dann gleiche Spannung für beide Kugelpaare ergeben müssen, was aber nicht der Fall war. Abweichungen von den VDE-Werten wurden auch von anderen Beobachtern festgestellt. Um zuverlässige Unterlagen für die Arbeiten in der Dresdener Hochspannungshalle zu haben, wurde als eine der ersten Arbeiten die Eichung von Kugelfunkenstrecken ins Auge gefaßt. Da gleichzeitig in den anderen Ländern eine Überprüfung der dort geltenden Eich tafeln in Gang gekommen war, erschien es zweckmäßig, gemeinsam vorzugehen, um zu international anerkannten Werten zu gelangen. Im Einvernehmen mit dem Deutschen Komitee der IEC wurde daher von W. Weicker und L. Binder ein Versuchsplan aufgestellt³⁾ und nach Annahme durch die IEC den Laboratorien in den verschiedenen Ländern als gemeinsame Grundlage für durchzuführende Versuche übergeben. Es sollten an möglichst vielen Orten neue Versuche unter genau bekannten Bedingungen durchgeführt und von dem zuständigen IEC-Unterausschuß überprüft werden, damit der Einfluß örtlicher Verhältnisse und der in den einzelnen Laboratorien verschiedenen Meßverfahren erkennbar würde und schließlich einheitliche Spannungswerte vereinbart werden könnten. Als Beitrag in diesem Sinne sind die nachstehend beschriebenen Versuche zu betrachten.

Meßverfahren.

Für die Messungen wurden zwei voneinander unabhängige Wege beschritten. Bei dem ersten Verfahren wurde die Schlagweiten differenz für Kugelpaare verschiedenen Durchmessers an gleicher Spannung bestimmt. Vorarbeiten für den Schlagweitenvergleich lagen bereits vor in den Untersuchungen von Claußnitzer⁴⁾. Diese sind fortgesetzt worden zur Erzielung von Meßwerten für die normalen Kugelgrößen: 5, 10, 15, 25, 50, 100, 150 cm für den Fall einseitiger Erdung^{4a)}. Da auf diesem Wege nur Relativwerte zu erhalten waren, wurden nach einem zweiten Verfahren auch Absolutwerte bestimmt, und zwar unter Benutzung eines neu entwickelten hochohmigen Metallwiderstandes.

Versuchsanordnung der Funkenstrecken.

Die Zuleitungen zu den Funkenstrecken bildeten Drähte von 1 mm Dicke (wie sie nach VDE-Vorschriften⁵⁾ empfohlen werden), deren Glimmen bei höheren Spannungen den Entladevorgang aufheben soll. Die Leitungen waren so geführt (Abstände möglichst größer als 5 D), daß Einwirkungen auf den Schlagraum durch das von den Zuleitungen entwickelte Feld oder durch Raumladungen möglichst klein blieben. Auf völlige Vermeidung von Stielbüscheln in den Meßkreisen der Funkenstrecken ist entsprechend den VDE-Regeln besonderer Wert gelegt worden. Alle von Natur aus zu Büschelbildung neigenden Punkte sind so umgeformt worden, daß an diesen Stellen lediglich Koronabildung auftrat. Zu diesem Zweck wurden die betreffenden Stellen mit kreuz und quer gelegten, locker gewundenen Drahtspiralen eingehüllt. Durch diese Hüllgebilde (Lockenköpfe) ist es schließlich möglich gewesen, bei Spannungen bis 1300 kV Scheitelwert Stielbüschel vollständig zu unterdrücken. Die Frage, inwieweit Stielbüschel die Messung fälschen könnten, ist außerdem in besonderen Versuchen überprüft worden (s. Abschnitt Fehlerquellen).

Die Vorwiderstände zu den Funkenstrecken bestanden aus wassergefüllten Porzellanrohren. Der Widerstandswert wurde (durch Mischen von destilliertem mit Leitungswasser) innerhalb von 0,5 bis 2 Ω je Volt gehalten. Bei den Funkenstrecken mit 1 m- und 1,5 m-Kugeln waren drei Porzellanrohre von je 1 m Länge und 25 mm Innendurchmesser in Reihe geschaltet. Wegen störender Erhitzung der Widerstände wurde hier nicht mehr als 1 Ω je Volt gewählt. In den Fällen, in denen der Widerstand nicht unmittelbar an die Funkenstrecke herangerückt

¹⁾ J. Claußnitzer, ETZ 57 (1936) S. 177.

^{4a)} Die 150 cm-Funkenstrecke wurde freundlicherweise von den Firmen Koch & Sterzel-A.G., Dresden, und Porzellanfabrik Hermsdorf zur Verfügung gestellt.

⁵⁾ VDE 0430/1926, ETZ 47 (1926) S. 594, 862.

¹⁾ H. Bechdoldt, Diss. Dresden 1927 und ETZ 50 (1929) S. 1394.

²⁾ A. Palm, ETZ 47 (1926) S. 873, 904.

³⁾ ETZ 56 (1935) S. 800, 1164, 1243.

werden konnte, wären sonst auch schon merkliche Spannungsabfälle durch Ladeströme und Glimmströme zu befürchten gewesen.

Durchführung der Messungen.

Schlagweitenvergleich. Bei diesen Messungen wurden folgende Punkte als beachtenswert gefunden. Sind zwei parallel geschaltete Funkenstrecken annähernd „richtig“, d. h. auf gleiche Spannung, eingestellt, dann ist diejenige, die zufällig zuerst anspricht, im folgenden der anderen gegenüber bevorzugt. Sie spricht, wenn nicht eine längere Pause bis zum nächsten Überschlag vergeht, stets wieder an. Diese Erscheinung, die durch Raumladungsreste im Schlagraum erklärt wird, war aber nicht bei allen Kugelgrößen mit gleicher Deutlichkeit zu beobachten. Bei den 5 cm-Kugeln z. B. zeigte sich die Erscheinung so stark, daß noch eine andere Ursache wirksam sein mußte; es wurde gefunden, daß die Erwärmung der Kugeln und der angrenzenden Luft im Schlagraum, die bei so kleinen Kugeln schon nach wenigen Überschlägen merklich ist, eine Rolle spielt. Um ohne unbequem lange Pausen arbeiten zu können, wurden die Durchmesser der in Vergleich gestellten Kugelpaare nicht zu stark unterschiedlich gewählt. Es erwies sich als zweckmäßig, bei den Versuchen wie folgt vorzugehen. Die Schlagweite des einen Kugelpaares blieb fest eingestellt. Zunächst wurde die zugehörige Schlagweite der anderen Funkenstrecke ungefähr aufgesucht. Dann wurde deren Schlagweite einmal zu groß und anschließend zu klein eingestellt, so daß die Überschläge immer abwechselnd an der einen und an der anderen Funkenstrecke auftraten. Durch allmähliches Zusammenschieben der Grenzen konnten schließlich die Werte bis auf die natürliche Streuung eingeengt werden. Dieser Streubereich erwies sich als so schmal, daß ohne Bedenken an Stelle des physikalisch richtigen Häufungswertes der Mittelwert der Grenzen genommen werden durfte.

Eichung mit einem wahren Widerstand. Es war von vornherein klar, daß ein Metallwiderstand am ehesten den hohen Ansprüchen in bezug auf Unveränderlichkeit des Widerstandswertes genügen würde. In neuerer Zeit sind Widerstandselemente auf den Markt gekommen, bei denen ein ganz dünner Chromnickeldraht auf einen Porzellankörper aufgewickelt und mit Emaille eingebrannt ist; diese Elemente weisen bei 11 cm Länge einen Widerstand von etwa 100 000 Ω auf. Aus solchen Elementen wurde ein Widerstand von rd. 50 M Ω aufgebaut (s. Abb. 1), der bei der zulässigen Belastung mit 20 mA eine Spannung von 1 Mill V zu messen gestattete. Der Widerstand mußte natürlich induktionsfrei und auch möglichst kapazitätsfrei aufgebaut und vor Sprühentladungen geschützt werden. Über die zu diesem Zweck getroffenen Maßnahmen und die näheren Einzelheiten der Anordnung wird an anderer Stelle berichtet⁶⁾.

Der Scheitelwert der Hochspannung wurde mittels eines statischen Spannungsmessers bestimmt, der zusammen mit einem Parallelkondensator über einen Kontaktgeber an eine passend abgegriffene Teilspannung gelegt war. Die richtige Phasenlage am Kontaktgeber wurde bei einer Spannung etwa 1 % unter dem Überschlagswert aufgesucht. Als Kontaktgeber sind eigens für vorliegende Zwecke zwei Geräte gebaut und untersucht worden, davon eins mit Schleifkontakt (Joubertsche Scheibe), das andere mit Druckkontakt. Beide ermöglichten Genauigkeiten von 0,5 %, doch erwies sich der Druckkontakt selbst bei der hohen Drehzahl von 3000 U/min auf die Dauer als zuverlässiger.

Die unmittelbare Messung des Spannungsscheitelwertes für jeden Überschlag ist tatsächlich nur für den Spannungsbereich oberhalb 700 kV durchgeführt worden, wobei die Speisung des Prüfumspanners vom Kraftwerks-

netz über einen Regelumspanner (Schubtransformator) erfolgen mußte, und die Unveränderlichkeit der Kurvenform nicht gesichert war. Für die meisten Spannungsbereiche (für alle Kugeln bis 50 cm Dmr.) konnten die Hochspannungstransformatoren mittels Maschinen gespeist werden. Dabei war es am genauesten und bequemsten, durch Messung des Stromes den Effektivwert der Überschlagsspannung zu bestimmen, da Strommesser eine wesentlich geringere Einstellzeit haben als statische Spannungsmesser. Die dann noch benötigten Scheitelfaktoren sind auf folgende Weise ermittelt worden. Ein statisches Voltmeter wurde zuerst unmittelbar und dann über den Kontaktmacher an den erdseitigen Widerstandsabgriff geschaltet, so daß einmal der Effektivwert U_{eff} , das andere Mal der Scheitelwert U_{max} der Teilspannung abgelesen werden konnte; die Konstanz der Spannung wurde dabei mit Hilfe des sowieso in die Schaltung ein-



Abb. 1. Metallwiderstand von 50 M Ω mit Abschirmkugel.

gebauten Strommessers überwacht. Außerdem sind die Scheitelfaktoren auch aus Oszillogrammen ermittelt worden. Der Meßstrom reichte aus, um unmittelbar die Oszillographenschleife zu speisen. Wie bereits an anderer Stelle beschrieben⁷⁾, gestatteten die entwickelten Einrichtungen, den Oszillographen⁸⁾ am oberen Widerstandsende einzufügen dadurch, daß er in einer Beobachterkugel untergebracht wurde. Auf diese Weise war ein Vergleich der Stromform am Widerstandsanfang und -ende möglich; etwaige Fehler infolge zusätzlicher Ladeströme, bedingt durch die Kapazität des Meßwiderstandes, hätten hervortreten müssen. Für einen solchen Vergleich des Stromes am Anfang und Ende ist in einigen Fällen die ganze Kurvenform am erdseitigen Ende bestimmt worden durch punktweise Aufnahme einer Halbwelle mittels Kontaktmachers. Selbst bei ausgesuchter ungünstiger Gruppierung der Widerstandsrahmen traten merkliche Unterschiede in der Kurvenform des Stromes am Anfang und Ende nicht auf. Die gefundenen Scheitelfaktoren wurden in Abhängigkeit von der Spannungshöhe in Kurven aufgetragen und ausgeglichen. Es wurde darauf geachtet, daß während der Aufnahme der Scheitelfaktoren der Umspanner annähernd ebenso belastet war wie bei der Funkenstreckeneinrichtung selbst.

⁶⁾ L. Binder u. W. Hürcher, Metallwiderstand für die Messung höchster Spannungen. Z. techn. Phys. 19 (1938) H. 2, S. 48.

⁷⁾ L. Binder, Oszillograph und Beobachter in einer Kugel bei 1 Mill V gegen Erde. ETZ 58 (1937) S. 1187.

⁸⁾ In Sonderbauart entwickelt von J. Rößner.

Fehlerquellen.

Es zeigte sich, daß nach längerem Einbrennen und Alterung der Kugeln eine überraschend hohe Ansprechgenauigkeit (in Höhe von etwa 0,1 %) vorhanden ist, wie schon Max. Toeppler angibt. Unabhängig davon wurde jedoch (namentlich bei den 25 cm-Kugeln) beobachtet, daß Meßreihen, die beispielsweise einen Tag auseinanderlagen, über den ganzen Bereich merklich verschieden waren (Größenordnung 1 bis 2 %), obwohl Luftdruck, Temperatur usw. praktisch unverändert waren^{8a)}. Über ähnliche Beobachtungen, bemerkenswerterweise gleichfalls an 25 cm-Kugeln, berichteten bereits Stoerk und Holzer⁹⁾.

Belichtung. Bei der 10 cm-Funkenstrecke sind Vergleichsversuche mit einem Radiumpräparat von 10 mg Radiumgleichwert angestellt worden. Das Präparat war in einem Hartpapierhalter einsteckbar angeordnet; für den Gegenversuch ohne Radiumstrahlung wurde — um den Einfluß der Feldstörung auszuschneiden — das Hartpapierrohr allein in seiner Stellung belassen. Bei Abständen des Präparates, wie man sie aus Sicherheitsgründen und zur Vermeidung von Feldstörungen wählen wird, war ein Einfluß der Bestrahlung kaum merklich. Erst bei starker Näherung wurde eine Senkung der Ansprechspannung um 0,5 % beobachtet. Die Zuleitungen waren bei diesen Versuchen sprühfrei. Bei Verwendung einer Quarzlampe an Stelle des Radiumpräparates ergab sich bei der 10 cm-Funkenstrecke folgendes Bild. Starke Bestrahlung, erzielt durch den geringen Lampenabstand von nur ½ m, bewirkte eine kleine Erhöhung der Überschlagspannung; wurde der Lampenabstand auf 2 m vergrößert, so trat eine geringe Senkung des Überschlagswertes gegenüber dem Versuch ohne Belichtung ein. An 75 cm-Kugeln hatte die Belichtung mit derselben Quarzlampe so gut wie keinen Einfluß; die Überschlagswerte waren vielleicht um Bruchteile eines Prozentes erniedrigt.

Einfluß von Feldstörungen. Auch bei unseren Versuchen zeigte sich wieder, daß gute Messungen mit Kugelfunkenstrecken nur zu erzielen sind, wenn sorgfältig darauf geachtet wird, daß die an sich unvermeidlichen Störungen des Feldes der Meßkugeln durch Körper mit Erdpotential (Wände, Aufbauteile) oder unter Spannung stehende Teile (Prüfumspanner, Zuleitungen, Prüfstücke) genügend klein bleiben. Um zahlenmäßig solche Einflüsse bewerten zu können, wurden Vergleichsversuche in folgender Anordnung durchgeführt.

Es erschien nützlich, als Störkörper eine Kugel zu wählen, da dann die Feldumbildung gegebenenfalls nachgerechnet werden kann. Wie zu erwarten, ist der Einfluß von Störkörpern stark verschieden, je nachdem ob diese geerdet sind oder mit auf Spannung stehen. Abb. 2 a zeigt für 50 cm-Meßkugeln zunächst die Abweichungen, wie sie sich für verschiedene Schlagweiten ergeben, wenn die Störkugel in einem festen Abstände (0,8 m) gehalten wird. Die Abweichungen beginnen von einer Schlagweite von 20 cm ($s/D = 0,4$) an meßbar zu werden und treten dann besonders für die obere Linie der Abbildung (Störkugel unter Spannung) in Erscheinung; sie erreichen hier für 40 cm Schlagweite ($s/D = 0,8$) einen Betrag von 10 %. Bei geerdeter Störkugel sind die Abweichungen zunächst geringer; sie erreichen bei 40 cm Schlagweite den Betrag von 6 %, nehmen aber für ganz große Werte von s/D schnell zu; für $s/D = 1$ erreichen sie etwa dieselben Beträge — mit umgekehrten Vorzeichen — wie für span-

nungsführende Störkugel. Einen Einblick, inwieweit die störenden Einwirkungen durch Vergrößerung des Abstandes der Störkörper herabgesetzt werden können, ergibt Abb. 2 b. Sie läßt erkennen, daß, abgesehen von den kleinen Abständen, geerdete Störkörper viel weniger sich bemerkbar machen als solche, die unter Spannung stehen. Es ergibt sich z. B. bei dem nach den VDE-Regeln¹⁰⁾ einzuhaltenden Abstände von $2,5 D$ bei einem geerdeten Störkörper für $s/D = 0,6$ der Fehler von 1,4 %, während der Fehler für den unter Spannung befindlichen Störkörper 5,9 % erreicht. Man wird insbesondere darauf achten

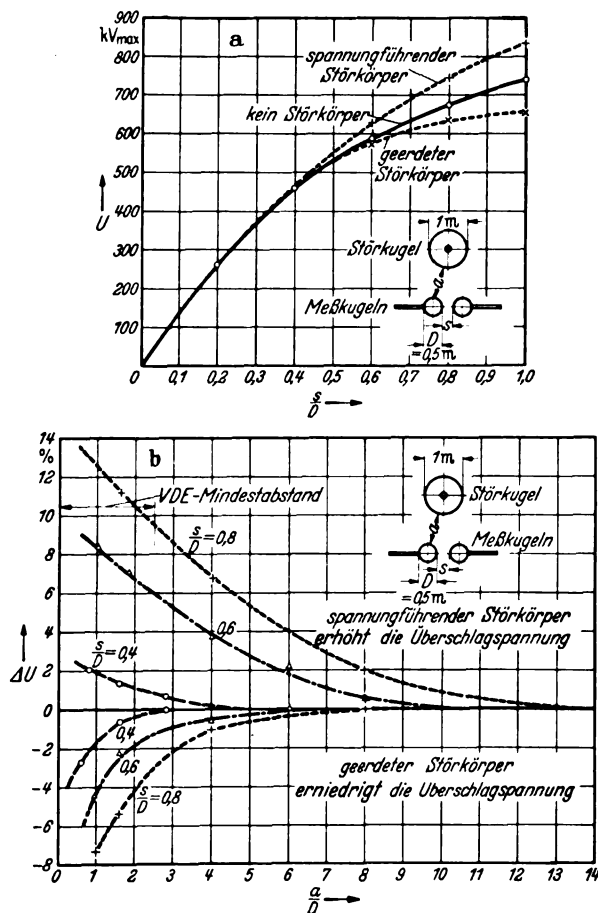


Abb. 2. Erniedrigung der Überschlagspannung durch geerdete Teile. Erhöhung der Überschlagspannung durch spannungsführende Teile.

müssen, daß die Prüfstücke nicht zu nahe an die Meßkugeln herangebracht werden; der Mindestabstand $a = 2,5 D$ für spannungsführende Störkörper erscheint zu gering.

Stielbüschel. In einzelnen Fällen ist der Frage nachgegangen worden, inwieweit Stielbüschel, vermöge ihrer fallenden Kennlinie, Schwingungen erregen und Fehler in den Messungen hervorrufen können. Da bei den Messungen die Kugelfunkenstrecken immer durch Widerstände vom übrigen Teil der Meßanordnung abgeriegelt werden, sind hinsichtlich des Auftretens der Stielbüschel zwei Fälle ins Auge zu fassen: einmal können sich die Stielbüschel an den mit der Kugelfunkenstrecke unmittelbar zusammenhängenden Leitergebilden einstellen, sie können aber auch an den übrigen Teilen der Meßanordnung, insbesondere am Prüfkörper, auftreten. Um letzteren Fall zu studieren, wurde an einer 75 cm-Kugelfunkenstrecke die Überschlagspannung einmal für sich und dann mit einer parallel geschalteten Hängekette festgestellt. Das Zuschalten der Hängekette bedeutete für den betreffenden Transformator¹¹⁾ keine nennenswerte Mehrbelastung, die

^{8a)} Um die Ursachen von solchen Störungen aufzuklären, wurden inzwischen von W. Blener weitere Versuche angestellt. Dabei ist während einiger Wochen täglich mehrere Male (auch nachts) die Überschlagspannung an einer 5 cm Kugelfunkenstrecke mit fester Einstellung bestimmt worden. Unter gleichen äußeren Bedingungen ergaben sich nur geringe fortlaufende Schwankungen; sie blieben in gleicher Größenordnung auch bei Bestrahlung erhalten. Die Vergleichsversuche bei geöffnetem Fenster führten darauf, daß besondere Vorsicht bei der Temperaturmessung anzuwenden ist. Selbst im geschlossenen Raum können Luftströmungen und damit Temperaturunterschiede vorhanden sein; wahrscheinlich sind die beobachteten Abweichungen zum gut Teil auf solche Einflüsse zurückzuführen. Eingehender Bericht folgt noch.

⁹⁾ Z. techn. Phys. 10 (1929) S. 317.

¹⁰⁾ Wie Fußnote 5.

¹¹⁾ Nennleistung 1000 kVA, Kurzschlußspannung 12 %.

etwa Änderungen der Übersetzung oder der Kurvenform hätte bewirken können. Obwohl die Spannung bis nahe an die Überschlagsgrenze der Hängekette getrieben wurde, wobei sich sehr kräftige Sprühercheinungen einstellen, konnte kein Unterschied zwischen beiden Fällen gefunden werden. Im Vergleich zur Hängekette waren Widerstand sowie Zuleitungen zu den Meßkugeln praktisch sprühfrei.

Da bei diesem Versuch die Meßkugeln von dem Kreis der sprühenden Hängekette durch Widerstände in der vorgeschriebenen Größe abgeriegelt waren, kann der Versuch zwar nichts aussagen über das Verhalten von Meßfunkenstrecken, wenn in ihrem Bereich Stielbüschel auftreten; er scheint aber zu beweisen, daß Stielbüschel am Prüfkörper die Messung nicht stören, wenn entsprechend den VDE-Regeln vorgegangen wird und ausreichende Widerstände vor den Kugeln liegen.

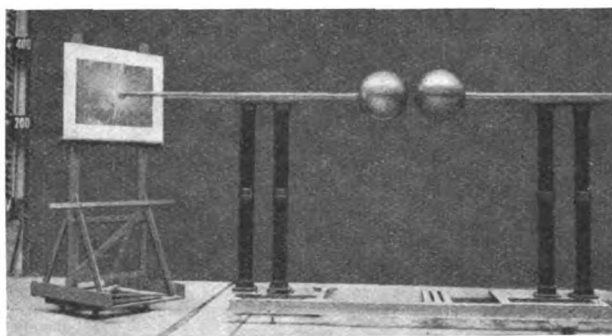


Abb. 3. Anordnung der Gleittafel zur Beeinflussung der Funkenstrecke.

Um einen Einblick zu gewinnen, ob Stielbüschel im unmittelbaren Bereich der Funkenstrecke die Messungen stören könnten, wurde sodann noch folgender Vergleichsversuch angestellt. An einer 50 cm-Kugelfunkenstrecke war einmal das rückwärtige Ende des Schaftes scharfkantig gelassen, so daß bei etwa 500 kV kräftige Stielbüschel sich ausbildeten. Das andere Mal wurden diese durch Anbringung einer Abschlußkugel unterdrückt. Ein Unterschied in der Überschlagspannung der Meßkugeln war nicht festzustellen. Um im Stromkreis der Meßkugeln möglichst kräftige Einwirkungen (Erregung von Überspannungswellen) hervorzubringen, wurde dann weiterhin an das Ende des Schaftes, wie aus Abb. 3 ersichtlich, eine Gleitplatte angeschlossen. Obwohl die Gleitfunken eine Länge von 40 cm erreichten, konnte auch hier ein Unterschied in der Ansprechspannung der Meßkugeln „ohne“ und „mit Gleitfunken“ nicht gefunden werden.

Ein leichteres Ansprechen der Meßkugeln setzt voraus, daß durch übergelagerte hochfrequente Schwingungen Spannungserhöhungen hervorgerufen werden. Da das Einsetzen von Gleitfunken immer auf einen Ladeentzug hinausläuft, muß eine vorübergehende Spannungsabsenkung eintreten. Das Kathodenstrahloszillogramm¹²⁾ Abb. 4a bestätigt diese Anschauung, es zeigen sich scharfe Einschnitte in der Spannungslinie. Ausnahmsweise erhält man den Spannungsverlauf nach Oszillogramm Abb. 4 b,

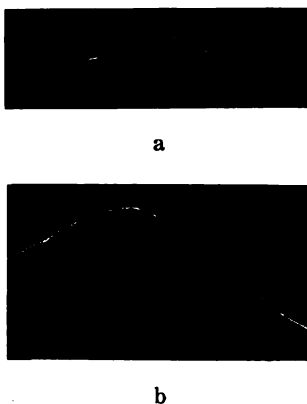


Abb. 4. Einbrüche in die Spannungslinie, verursacht durch Gleitfunken.

¹²⁾ Die Oszillogramme sind bei einer Untersuchung von G. Fischer gewonnen worden.

wobei sich an den Spannungseinbruch Schwingungen anschließen. Diese gehen zwar über die ungestörte Spannung hinaus, bleiben aber offenbar unterhalb des Scheitels der Spannungslinie, weil, wie aus der Theorie der Gleitfunken zu erwarten, solche sich nur im Gebiet steileren Anstieges oder Abfalles der Spannung entwickeln können. Nach diesen Untersuchungen ist daher nicht wahrscheinlich, daß Stielbüschel die Messungen stören könnten.

Meßergebnisse.

Die gefundenen Meßwerte wurden abhängig von der Schlagweite für jeden Kugeldurchmesser in einer Kurve aufgetragen; die Punkte konnten jeweils gut durch eine Linie verbunden werden, ohne daß einzelne Werte nennenswert herausfielen. Diesen Schaulinien sind die in der nachstehenden Tafel aufgeführten Werte entnommen worden, da es für den Vergleich nützlich ist, runde Werte für die Schlagweiten zu haben. Die Schaulinien selbst sollen für die einzelnen Kugelpaare hier nicht wiedergegeben werden, da aus ihnen die Werte doch nicht mit der erforderlichen Genauigkeit entnommen werden könnten.

Zahlentafel 1. Scheitelwerte der Überschlagspannungen*).

Schlagweite cm	Kugeldurchmesser						
	5 cm U_5 kV	10 cm U_{10} kV	15 cm U_{15} kV	25 cm U_{25} kV	50 cm U_{50} kV	100 cm U_{100} kV	150 cm U_{150} kV
0,2	8,3	—	—	—	—	—	—
0,5	17,4	17,0	—	—	—	—	—
1	32,2	31,8	31,5	31,4	31,3	—	—
1,5	46,0	45,6	45,4	—	—	—	—
2	58,2	58,9	58,9	—	—	—	—
2,5	67,9	71,9	71,9	72,8	71,5	70	—
3	75,6	84,0	84,9	—	—	—	—
3,5	82,0	95,5	97,5	—	—	—	—
4	87,2	106	110	—	—	—	—
4,5	91,7	115	122	—	—	—	—
5	95,8	123	134	137	138	136	135
5,5	—	130	144	—	—	—	—
6	—	136	153	—	—	—	—
6,5	—	142	162	—	—	—	—
7	—	147	170	—	—	—	—
7,5	—	152	178	195	200	199	—
8	—	157	185	—	—	—	—
9	—	166	198	—	—	—	—
10	—	173	209	243	262	262	260
11	—	—	219	—	—	—	—
12	—	—	228	—	—	—	—
12,5	—	—	—	283	320	—	—
13	—	—	236	—	—	—	—
14	—	—	244	—	—	—	—
15	—	—	251	316	374	384	384
17,5	—	—	—	344	420	—	—
20	—	—	—	367	462	504	505
22,5	—	—	—	386	496	—	—
25	—	—	—	—	529	616	626
30	—	—	—	—	—	720	743
35	—	—	—	—	—	810	852
40	—	—	—	—	—	888	956
45	—	—	—	—	—	964	1050
50	—	—	—	—	—	1028	1136
55	—	—	—	—	—	1088	1216
60	—	—	—	—	—	1141	1294
65	—	—	—	—	—	1191	1362
70	—	—	—	—	—	1238	1429
75	—	—	—	—	—	1283	1493

*). Die Werte gelten für Wechselspannung 50 Hz, einpolige Erdung, 20° C, 760 Torr. Zur besseren Vornahme von Vergleichen ist eine Abrundung unterlassen. Werte über 1300 kV sind extrapoliert.

Um den Einfluß des Kugeldurchmessers übersehen zu können, wurden weiterhin die Spannungslinien in großem Maßstabe gemeinsam in ein Blatt eingetragen. Es zeigte sich, daß die Linie eines Kugelpaares jeweils von den Linien aller kleineren Kugelpaare hinterschnitten wird, wie dies ja auch aus der Tafel abzulesen ist, wenn für eine gewählte Schlagweite in waagerechter Richtung die zugehörigen Spannungswerte für steigende Kugelgrößen aufgesucht werden.

Von Interesse war es auch, festzustellen, ob Gesetzmäßigkeiten im Zusammenhang mit dem Kugeldurchmesser vorliegen. In Abb. 5 sind die Werte U/s für die

logarithmisch aufgetragenen Durchmesser dargestellt; die relative Schlagweite s/D bildet dabei den Parameter für die einzelnen Kurven. Die Linien weisen zwar eine gewisse Ähnlichkeit auf; sie lassen sich aber nicht in einer einfachen Formel mit der erforderlichen Genauigkeit

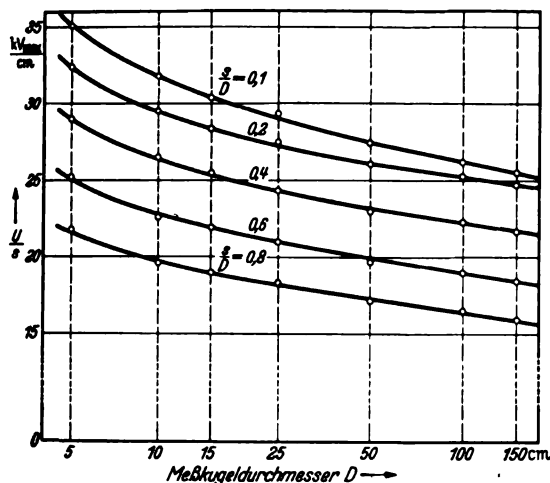


Abb. 5. Darstellung des „bezogenen“ Spannungswertes U/s abhängig vom Kugeldurchmesser D und der relativen Schlagweite s/D .

wiedergeben, so daß für die weitere Behandlung doch auf die Meßwerte selbst zurückgegriffen werden muß. Ein großer Vorteil der gewählten Darstellung besteht wie bekannt darin, daß sie systematische Fehler erkennen läßt,

die, auf den Eigentümlichkeiten der Anordnung beruhend, bei einzelnen Funkenstrecken aufgetreten sein könnten. Feldstörungen z. B. bewirken in der Darstellung $U = f(s)$ nur eine stetige Kurvenverlagerung ohne erhöhte Streuung der Meßwerte; in der Darstellung $U/s = f(\ln D)$ muß dagegen für die betreffende Kugelgröße der Versuchspunkt herausfallen, und zwar muß sich dieses Ergebnis bei allen Kurven $s/D = \text{konst.}$ im gleichen Sinne zeigen.

Ein ins einzelne gehender Vergleich der Dresdener Messungen mit denen anderer Versuchsfelder soll hier nicht durchgeführt werden, da doch alle von deutscher Seite vorliegenden Werte kritisch zusammengefaßt werden. Im ganzen läßt sich sagen, daß die Dresdener Werte annähernd in mittlerer Linie innerhalb der anderen Werte liegen.

Der aufopfernden Mitarbeit der Herren Contius, Naumann, Roßberg bei der Herstellung der Versuchsaufbauten und der Durchführung der Messungen sei an dieser Stelle mit Dankbarkeit gedacht. Ebenso sei gedankt dem Bezirk Berlin-Brandenburg des Verbandes Deutscher Elektrotechniker dafür, daß er aus seiner Stiftung Mittel für die Durchführung der Arbeiten zur Verfügung gestellt hat.

Zusammenfassung.

Unter Beachtung der nötigen Vorsichtsmaßregeln ließen sich sowohl mit Hilfe des hochohmigen Metallwiderstandes wie auf dem Wege des Schlagweitenvergleiches sehr befriedigend miteinander übereinstimmende Eichwerte finden, so daß nunmehr in erweitertem Maße gesicherte Unterlagen für die Neueichung gegeben sind.

Fortschritte im Bau von Druckgasschaltern.

Von J. Biermanns VDE, Berlin.

621. 316. 57. 064. 45

Übersicht. Ausgehend von einer Gegenüberstellung gegenwärtig wesentlicher Schaltergattungen werden neue Bauformen von Druckgasschaltern beschrieben: der kompressorlose Druckgasschalter und der Druckgas-Freistrahlschalter*).

Die theoretische Forschung hat zur Vervollständigung der Erkenntnisse über die Vorgänge bei der Lichtbogenlöschung geführt. Die experimentelle Untersuchung der Schalter, deren Abschaltleistung die Kurzschlußleistung wirtschaftlich vertretbarer Prüfgeneratoren im Laufe der letzten Jahre weit überflügelt hat, wird durch Anwendung besonderer Schaltungen ermöglicht.

Zusammenfassend wird der durch die heutigen Druckgasschalter im Laufe einer 12jährigen Entwicklung erreichte Fortschritt gewürdigt.

Für eine Gliederung der Schaltergattungen, die den folgenden Betrachtungen zweckmäßigerweise vorausgestellt werden muß, bieten sich verschiedene Möglichkeiten. Ich versuche zunächst eine Aufzählung:

- ölschalter mit großem Ölraum,
- ölarne Schalter mit ungesteuerter Strömung,
- ölarne Schalter mit gesteuerter Strömung,
- Wasserschalter,
- Druckgasschalter mit Druckluftspeicher,
- Druckgasschalter mit Kompressionszylinder,
- kompressorlose Druckgasschalter.

Diese Fülle von Bauformen läßt sich nach zwei verschiedenen Gesichtspunkten zusammenfassen:

Die Speicherung des Löschmittels.

Zu den bekannten Arten der Speicherung des Löschmittels in flüssigem und gasförmigem Aggregatzustande (Tafel 1) ist neuerdings noch eine dritte Speichermöglichkeit

hinzugetreten. Das Löschmittel ist im Schaltraum in festem Zustande vorbereitet. Der Aggregatzustand des Löschmittelvorgangs spielt für den Löschvorgang nur insofern eine Rolle, als bei der gasförmigen Speicherung das Löschmittel in seiner aktiven Form sofort verfügbar ist,

Tafel 1. Speicherung des Löschmittels für Hochspannungsschalter.

Löschmittel:	Öl	Wasser	Druckgas
Speicherung:	flüssig	gasförmig	fest

während es aus dem flüssigen und festen Zustande erst durch den Lichtbogen freigemacht werden muß. Die Speicherung in festem Zustande tritt daher zunächst gleichberechtigt neben die Vorratshaltung in flüssigem Zustande. Der große Vorteil besteht darin, daß sie außerordentlich ergiebig und daß das Löschmittel unbrennbar und daher explosionssicher ist. Es ist natürlich nicht leicht, geeignete Stoffe zu finden. Gasabgebende Stoffe, welche für die Verwendung in Schaltern geeignet sein sollen, müssen folgende Eigenschaften aufweisen:

- Unbrennbarkeit,
- möglichst vollständige Zerlegung in Löschgase bei der Berührung mit dem Lichtbogen,
- Entstehung wirksamer gasförmiger Löschmittel, wie Wasserstoff und Kohlensäure,
- hochwertiges Isoliervermögen im Ausgangszustande,
- Bewahrung des Isoliervermögens nach oftmaliger Berührung mit dem Lichtbogen, Vermeidung leitender Rückstände,

*) Gekürzte Wiedergabe eines Vortrages, gehalten im Bezirk Berlin-Brandenburg des VDE am 1. Februar 1938.

- f) Unempfindlichkeit gegen Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen in weiten Grenzen, insbesondere Unveränderlichkeit des Gefüges, der mechanischen Festigkeit und der Löschfähigkeit.

Dazu kommt noch, daß die Abnutzung bei den durchschnittlichen Schaltvorgängen unmerklich gering sein soll. Dies wird einerseits durch die kurze Dauer der Lichtbogenbeanspruchung ermöglicht, andererseits auch dadurch unterstützt, daß sich die durch den Lichtbogen freigemachten Gase sogleich als Schutzschicht über die Oberfläche des festen Körpers legen und den Lichtbogen abdrängen. Diesen sehr vielseitigen Forderungen entsprechen gewisse Zusammensetzungen von Kunstharzen. Man kann sagen, daß diese Schaltergattung erst entstehen konnte, als die Chemie der Kunststoffe die hohe Stufe erklimmen hatte, auf der sie sich heute befindet.

Der Konstrukteur hatte dann seinerseits durchaus noch nicht leichtes Spiel. Wie alle Schalter, bei denen das aktive Löschgas freigemacht wird, ist auch der mit fester Löschmittelspeicherung arbeitende kompressorlose Druckgasschalter im Bereiche kleiner Ströme an eine längere Lichtbogendauer gebunden. Benutzt man den ersten Teil des Schaltweges zur Speicherung und gibt man erst an einer bestimmten Stelle die Ausströmung der Gase frei, so läuft man Gefahr, daß bei großen Strömen nicht die erste Gelegenheit zur Lichtbogenlöschung wahrgenommen wird; es entstünde eine unnütze Verlängerung der Lichtbogendauer, eine ansehnliche Drucksteigerung und eine unnötig hohe Abnutzung des gasabgebenden Materials und der Kontaktteile. Wir sind deshalb anders vorgegangen. Innerhalb der mit gasabgebenden Stoffen ausgekleideten Schaltrohre haben wir nach einem Vorschlage meines Mitarbeiters Petermichl Ausströmlöcher vorgesehen (Abb. 1), welche vom Schaltstift überlaufen werden. Sie sind an einer Stelle angebracht, welche etwa eine Halbwelle nach Kontakttrennung erreicht wird. Ströme von einigen hundert bis zu vielen tausend Ampere werden nach dem ersten oder zweiten Nulldurchgang unterbrochen. Kleinere Ströme bedürfen zu ihrer Unterbrechung einer längeren Gasentwicklung bzw. der Zurücklegung eines größeren Teiles der Schaltstrecke. Die Möglichkeit dazu ergibt sich bei dieser Konstruktion selbsttätig, da nach der Freigabe der seitlichen Öffnungen der Schaltrohre der Lichtbogen nun im oberen und unteren Abschnitt brennt, wobei sich eine ununterbrochene Gasströmung ausbildet.

Schalter dieser Art sind sowohl als Leistungstrennschalter als auch als Schalter für mittlere Leistungen bis zu 200 MVA entwickelt worden (Abb. 2). Sie sind für 10 und 20 kV und für Leistungen von 50, 100 und 200 MVA verfügbar.

Ihre Vorteile gegenüber Flüssigkeitsschaltern sind unverkennbar. Der Löschmittelvorrat kann zunächst nicht verschwinden. Aus unserer Praxis ließ sich feststellen, daß alle Störungen, die uns in den letzten Jahren an Ölschaltern unserer Bauart bekannt geworden sind, darauf zurückgehen, daß das Öl unbemerkt ausgelaufen

und versickert war. Dadurch, daß im Gegensatz zu den Druckgasschaltern bei den Flüssigkeitsschaltern eine Überwachung des Löschmittelvorrates nicht üblich ist, wird die Feuergefährlichkeit des Ölschalters nicht unerheblich gesteigert. Dem Schalter mit fester Löschmittelspeicherung kommt auch zugute, daß im Schaltraum bei der Unterbrechung nur feste und gasförmige Stoffe von hohem Isolationswert anwesend sind, daß sich nach der Unterbrechung zwischen den geöffneten Kontakten eine Luftschaltstrecke ausbildet und daß sich schließlich konstruktiv die Bauform als Wandschalter sehr glücklich verwirklichen läßt. So tritt der kompressorlose Druckgasschalter neben seinen älteren Bruder, den Druckgasschalter mit Fremdbeblasung, wobei er mit dem Flüssigkeitsschalter den Vorteil der Selbständigkeit jeder Einheit teilt. Allerdings muß man auf die ideale Abwicklung des Schaltvorganges bewußt verzichten. Die Selbsterzeugung des Druckgases durch den Lichtbogen bedingt, daß man nicht mehr im ganzen Strombereich mit einer Lichtbogendauer

von einer Halbwelle rechnen kann. Ebenso ist hier nicht mehr die vollständige Unempfindlichkeit des Druckgasschalters mit Fremdbeblasung gegen beliebig häufige Inanspruchnahme vorhanden. Dadurch ergibt sich eine sehr natürliche Rollenverteilung. Der Druckgasschalter mit Fremdbeblasung ist immer dann zu bevorzugen, wo es sich um bediente Anlagen mit mehreren Schaltern handelt und die Unempfindlichkeit gegen häufig wiederholte Schaltbedingungen in Anbetracht der Wichtigkeit und Schlagfertigkeit der Anlage

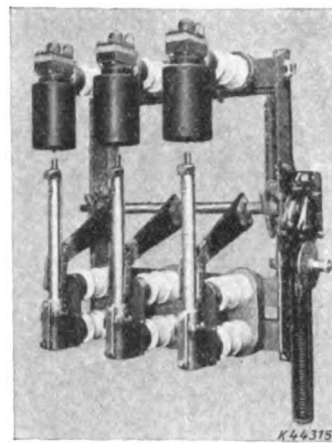


Abb. 2. Kompressorloser Druckgasschalter, 20 kV, 200 MVA.

nicht zu missen ist. Der kompressorlose Druckgasschalter ist die gegebene Lösung für die übrigen Netzstationen von 6, 10 und 20 kV, insbesondere für unbediente Ausläuferstationen.

Die Frage nach der absoluten Lebensdauer der Schaltstelle des Schalters mit fester Löschmittelspeicherung haben Versuche und praktische Erfahrung dahin beantwortet, daß dieser Schalter nicht schlechter gestellt ist als die üblichen Flüssigkeitsschalter. Wird jedoch eine weitgehende Unempfindlichkeit gegen größere Schalthäufigkeit gewünscht, so ist der Speicherung in festem und flüssigem Zustande die gasförmige Vorratshaltung des Löschmittels vorzuziehen, da dann schon am Ende der ersten Halbwelle stets günstige Abschaltbedingungen bestehen und die Abnutzungsfrage praktisch ausgeschaltet ist.

Die Strömung des Löschmittels und ihre Steuerung.

Ein anderer wichtiger Gesichtspunkt, nach welchem sich die einzelnen Schaltergattungen in größere Gruppen zusammenfassen lassen, ist der der Strömung des Löschmittels und ihrer Steuerung. Ich glaube nicht, daß heute noch jemand bestreiten wird, daß jeder Unterbrechungsvorgang an eine Strömung des Löschmittels gebunden ist, wie ich dies schon im Jahre 1932¹⁾ ausgesprochen habe. Die erste Einrichtung, welche mit der unregelmäßigen Strömung des klassischen Ölschalters brach, war die Löschkammer. Großraum-Ölschalter ohne Löschkammer oder sonstige Einbauten für die Beeinflussung des Lichtbogens haben heute ausgespielt, sofern größere Abschaltleistungen verlangt werden.

¹⁾ J. Biermanns, ETZ 53 (1932) S. 641, 675.

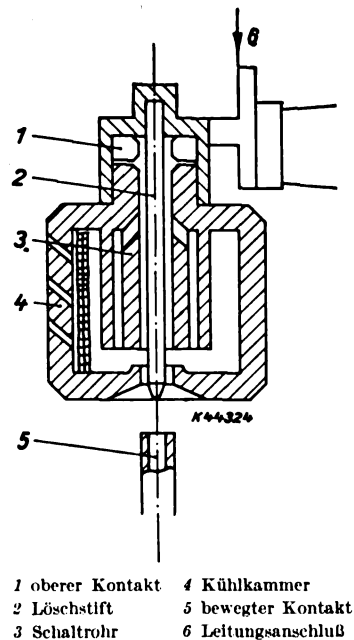


Abb. 1. Schnitt durch die Schaltstelle eines kompressorlosen Druckgasschalters.

- | | |
|------------------|--------------------|
| 1 oberer Kontakt | 4 Kühlkammer |
| 2 Löschstift | 5 bewegter Kontakt |
| 3 Schaltrohr | 6 Leitungsanschluß |

Die Ölschalterkonstrukteure haben aus der Entwicklung der öllosen Schalter manche Anregung empfangen. Vor allem haben sie die Einsicht gewonnen, daß die selbst-erregte Strömung des Löschmittels, mit der die Löschkammer des Ölschalters und des Wasserschalters arbeitet, teils verbessert, teils mit Vorteil durch eine fremderregte ersetzt werden kann. Ohne mich auf Einzelheiten einzulassen, möchte ich auf die Spitzenleistung hinweisen, die beim Ölschalter mit fremderregter Strömung heute vorliegt: den 287 kV-Schalter für die Boulder-Dam-Anlage²⁾. Auch die Schalter mit einer durch einen Hilfslichtbogen erzeugten Strömung dürfen hier nicht unerwähnt bleiben³⁾; ebenso die Schalter mit Differentialkolben⁴⁾, die auf sinnreiche Art das Problem lösen, durch den Lichtbogen eine gegen ihn selbst gerichtete Strömung zu erzeugen. Der Ölschalter hat hierbei wohl etwas von seiner klassischen Einfachheit eingebüßt, aber wer sich mit beweglichen Kontakten, verschiebbaren Kolben und ähnlichen Mitteln befreunden kann, sieht sich hier einer aussichtsreichen Entwicklung gegenübergestellt.

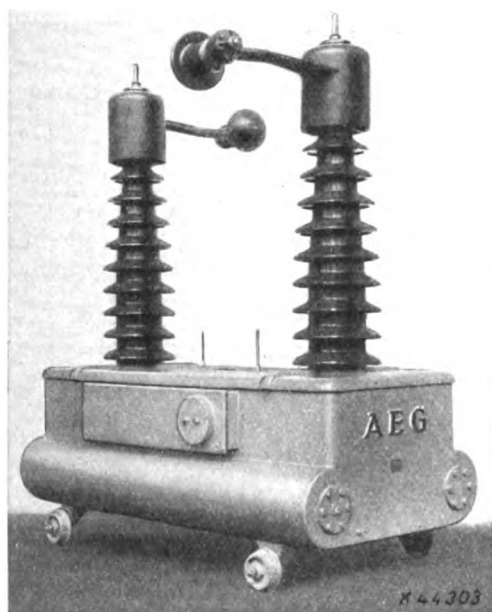


Abb. 3. Freistrah-Druckgasschalter, 100 kV, 1500 MVA.

Die fremderregte Löschmittelströmung ist ein hochwertiges Unterbrechungsverfahren. Unmittelbar nach der Kontakttrennung steht das Löschmittel bereits in richtigem Aggregatzustande mit richtigem Druck und unter günstigsten Strömungsverhältnissen bereit. Der Lichtbogen erlischt deshalb bei der ersten Gelegenheit, also nach der ersten Halbwelle, und dies gleich sicher und zuverlässig bei kleinen und großen Stromstärken. Voraussetzung für eine Löschung nach der ersten Halbwelle ist natürlich, daß dem durchströmenden Löschmittel die Abriegelung der Schaltstrecke gegen Rückzündungen gelingt. Bei Druckluftschaltern für hohe und höchste Spannungen müßte man dann allerdings sehr hohe Schaltgeschwindigkeiten oder sehr weite Düsen anwenden. Man baut wirtschaftlicher, wenn man eine Lichtbogendauer von zwei Halbwellen zuläßt und die Löschstellung erst nach Zurücklegung eines etwas größeren Kontaktweges erreichen läßt. Die Beblasung ist vorher gedrosselt, weil der Stift zuerst die düsenförmige Öffnung eines isolierenden Einsatzes freigeben muß. Seine einfachste Verwirklichung findet dieses Löschverfahren, wenn man die Schaltstelle an die Stelle der Kontakte eines Drehtrennschalters mit zwei Stützern setzt. Nach vollzogener Unterbrechung

gleichet der Leistungsschalter dann völlig einem geöffneten Trennschalter (Abb. 3). Die Kontakte liegen frei zutage. Die Vereisungsgefahr ist dadurch umgangen, daß im Öffnungsmoment ein von der Druckluft beaufschlagter Hilfskolben die Kontaktspitze mit großer Kraft zurückzieht. Wir haben einen solchen Schalter, um ihn denkbar schwersten Verhältnissen auszusetzen, während eines Winters am Kamm des Riesengebirges Sturm und Wetter ausgesetzt, und haben seine Betriebstüchtigkeit voll bestätigt gefunden (Abb. 4 a). Als das auffälligste Unterscheidungsmerkmal gegenüber früheren Druckluftschalter - Konstruktionen ist hervorzuheben, daß der Lichtbogen nicht in einer geschlossenen Kammer gezogen wird, sondern sich auf etwa 30 mm Länge frei zwischen den beiden kalottenartig geformten Schaltstellen ausbildet. Es war für manchen Fachmann eine überraschende Feststellung, daß ein Lichtbogen von einigen 1000 A in der kurzen Zeit von $\frac{2}{100}$ s nur wie ein kurzes Aufblitzen empfunden wird (Abb. 4 b).



a Vereisungsprüfung



b Kurzschlußabschaltung

Abb. 4. Freistrah-Druckgasschalter, 100 kV.

Ebenso mußte das Vorurteil zurücktreten, daß man die Schaltstelle durch einen Schalldämpfer abschließen müsse. Es ist vor allem in Freiluftanlagen dieser Frage in den letzten Jahren immer weniger Bedeutung beigemessen

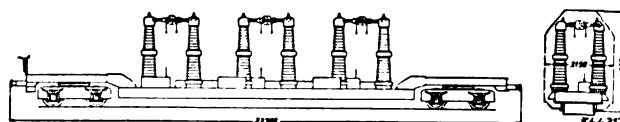


Abb. 5. Freistrah-Druckgasschalter, 220 kV, 2000 MVA.

worden. Wir haben den mittleren Betriebsdruck auf 10 at herabgesetzt, den Luftverbrauch durch geeignete Ventilbetätigung auf die Hälfte und weniger heruntergedrückt und befinden uns nun in voller Übereinstimmung mit maß-

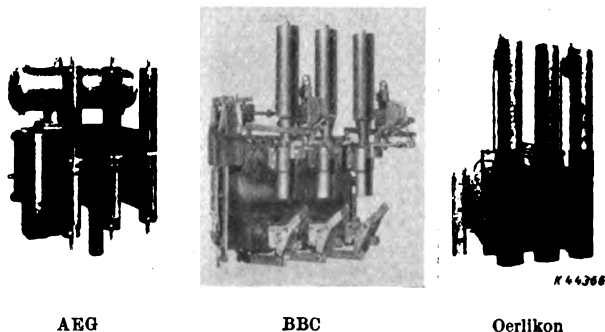


Abb. 6. Druckgasschalter für Wandanbau.

gebenden Betriebsleuten, wenn wir den noch verbleibenden Schallerscheinungen nicht weiter Rechnung tragen. Da der verringerte Luftverbrauch es überdies gestattet, aus dem röhrenförmigen Untergestell mehrere Schaltungen zu decken, so darf man die Behauptung wagen, daß die

²⁾ ETZ 57 (1936) S. 1351.³⁾ Prince u. Skeats, Trans. Amer. Inst. electr. Engrs. 50 (1931) S. 506.⁴⁾ O. Schwenk, ETZ 57 (1936) S. 229.

Schaltanlagen dank der hohen Stufe, die der Bau von Höchstspannungs-Druckgasschaltern erklommen hat, ein neues vorteilhaftes Gepräge erhalten. Es läßt sich hier aber auch zum ersten Male die Aufgabe lösen, einen dreipolig gekuppelten Schalter für 220 kV voll zusammengebaut auf der Bahn zu versenden, so daß er an der Einbaustelle ohne weitere Zusammenbauarbeiten schnellstens in Betrieb genommen werden kann (Abb. 5). Diese Stufe der Einsatzbereitschaft ist eine willkommene Ergänzung zu den auf dem Gebiete der Wandertransformatoren erreichten Erfolgen.

Es ist dem Druckgasschalter als dem typischen Vertreter der Schalter mit fremdgesteuerter Strömung gelungen, die ihm angemessene konstruktive Ausdrucksform zu finden (Abb. 6). Die einheitliche Formensprache der Erzeugnisse verschiedener Hersteller ist stets ein eindeutiger Hinweis auf die Erreichung eines abschließenden Stadiums. Man vergleiche die äußeren Formen der Druck-

luftscharter dreier Hersteller, die ich in diesem Bilde bringe. Den Windkessel unten oder oben anzubringen, ist persönliche Note des Konstrukteurs; sein Volumen reichlich oder sparsam zu bemessen, ist eine Frage des Fortschritts. Sonst aber ist eine erfreuliche Familienähnlichkeit zum Vorschein gekommen.

Unter die Schalter mit fremdgesteuerter Strömung müssen auch diejenigen Druckluftscharter gerechnet werden, welche die Druckluft bei der Schaltbewegung in einem Kompressionszylinder erzeugen. Aus Gründen, die in der begrenzten Leistungsfähigkeit wirtschaftlich ausgelegter mechanischer Antriebe liegen, gelangt man mit dieser Bauart über bescheidene Leistungen nicht hinaus, sofern man nicht zu mehrstufiger Schaltung übergeht. Die Ansprüche, die in Deutschland an Leistungstrennscharter gestellt werden, gehen über das Schaltvermögen einfacher Kompressionsscharter z. Z. noch hinaus.

(Schluß folgt.)

Amerikanische Flugsicherungstechnik.

Von F. W. Petzel, Reichsluftfahrtministerium, Berlin.

(Schluß von S. 144.)

III. Flugsicherungseinrichtungen der Luftverkehrsgesellschaften.

Wie in allen luftfahrttreibenden Ländern hat sich auch in den V. S. Amerika die Notwendigkeit herausgestellt, einen Funkwechselverkehr zwischen Bodenfunkstellen und Flugzeugen einzurichten. Da das Department of Commerce diese Aufgabe nicht übernommen hat, haben die Luftverkehrsgesellschaften schon vor Jahren begonnen, ihre eigenen

Funkstellen zu errichten und zu betreiben. Dazu ist aus Gründen des auch in den V. S. Amerika bestehenden Wellenmangels auf Veranlassung der F.C.C. (Federal Communications Commission) eine Betriebsgesellschaft, die *Aeronautical Radio Inc.*, gegründet worden, die Inhaberin sämtlicher Genehmigungsurkunden der F.C.C. und damit für die praktische Betriebsabwicklung verantwortlich ist. Dies hindert jedoch nicht, daß die Gesellschaften ihre Bodenfunkstellen nach eigenen Wünschen einrichten und auch das Betriebspersonal selbst stellen.

Die Grundlage für den Boden-Bordfunkverkehr bilden sog. „Ketten“ von Funkstellen (chains), die im wesentlichen dem Liniennetz der großen Luftverkehrsgesellschaften folgen und abschnittsweise die gleichen Wellen benutzen. Nachstehende Tafel 2 und Abb. 12³⁾ geben über den Verlauf der „Ketten“ und die Wellenverteilung Aufschluß.

³⁾ Abb. 12 befindet sich in ETZ 59 (1938) H. 6, S. 144.

Der Funkverkehr mit den Flugzeugen findet grundsätzlich telephonisch statt. Wie die Erfahrung gelehrt hat, tritt hierdurch eine erhebliche Beschleunigung in der Abwicklung des Nachrichtenverkehrs ein. Bemerkenswert ist, daß mit Tag- und Nachtwelle gearbeitet

621. 398 : 656. 7. 05

wird, wobei die Umschaltung boden- und bordseitig sich nach einem den Jahreszeiten angepaßten Zeitplan regelt.

Da oft mehrere „Ketten“ auf einem Flughafen zusammenreffen, ergibt sich hieraus eine Vielzahl der Bodenfunkstellen auf einzelnen Flughäfen, so in Chicago sieben, in Newark vier, in Washington vier usw. Sie sind zumeist in den räumlich voneinander getrennten Betriebsgebäuden der Luftverkehrsgesellschaften untergebracht.

Dabei steht die Sendeanlage in der Regel im Betriebsgebäude selbst (mit Antennenanlagen über dem Dach), während die Empfangsanlage zur Niedrighaltung des Störpegels sich außerhalb des Flughafengeländes befindet und ferngesteuert ist. In den Funkbetriebszentralen befinden sich auch die Sender, die die Gesellschaften für den Streckenfunkdienst, d. h. für die Durchgabe von Start-, Lande-, Betriebs-, Platzbelegungs-, Wetter- und andere Meldungen, brauchen. Dazu haben z. B. die American Airlines 16, die Eastern Airlines 23 Funkstellen. Diese arbeiten größtenteils mit Telegraphie, so daß in der gleichen Funkbetriebszentrale beide Betriebsarten vertreten sind. Abb. 13 zeigt die neuzeitlich



Abb. 13. Bodenfunkstelle der Eastern Airlines in Miami.

Zahlentafel 2.

Name der Kette	benutzende Gesellschaften	zugeteilte Wellen kHz
nördliche transkontinentale Kette und Zubringer	United Air Lines Pennsylvania Central Airlines Continental Air Lines Inc. Wyoming Air Service Inc.	5572,5
		5662,5
		3322,5
		5122,5
		3147,5
		5592,5
		3182,5
		4335,0
		3162,5
mittlere transkontinentale Kette und Zubringer	Transcontinental & Western Air Inc. (TWA) Western Air Express	5582,5
		3172,5
		4967,5
		3088,0
südliche transkontinentale Kette und Zubringer	American Airlines Inc. Boston-Maine Airways Inc.	5652,5
		2906,0
		5602,5
		3232,5
		5612,5
		3242,5
		5632,5
		3257,5
		5887,5
nordwestliche kontinentale Kette und Zubringer	Northwest Airlines Hanford Airlines	2946,0
		3005,0
		5366,5
		5887,5
östliche kontinentale Kette und Zubringer	Eastern Air Lines Delta Air Lines National Airlines System	2994,0
		4122,5
		2922,0
		5707,5
		2854,0
mittlere kontinentale Kette und Zubringer	Braniff Airways Chicago and Southern Air Lines	5672,5
		2946,0
		5682,5
		3452,0
südliche interkontinentale Kette und Zubringer	Pan American Airways System	5042,5
		3485,0
		5377,5
		2994,0
		5887,5
		3055,0

ausgebaute Betriebszentrale der Eastern Airlines in Miami. Die Sender selbst haben eine Leistung von rd. 400 W für den Bodenfunkdienst und von rd. 800 bis 1000 W für den Streckenfunkdienst. Es werden ausschließlich Sender mit Quarzsteuerung verwendet. So hat die Western Electric Co. einen Kurzwellensender für 10 Festfrequenzen im Bereich von 2000 bis 1800 kHz entworfen. Fernbedienungspult mit Nummernscheibe zur Frequenzwahl zeigt Abb. 14.



Abb. 14. Fernbedienungspult des Western Electric Co.-Senders, Modell 14 C.

Der Sender besitzt zehn kristallgesteuerte Steuerstufen; die Frequenzwahl erfolgt durch Wahl einer Nummer nach der Nummernscheibe; Dauer der Frequenzwahl 1/2 bis 1 1/2 s. Die Leistung beträgt für den Bereich von 2000 bis 12 000 kHz 400 W und von 12 000 bis 18 100 kHz 300 W. Ein Flughafenempfänger für den Wellenbereich von 2700 bis 6500 kHz der gleichen Gesellschaft zeichnet sich durch größte Empfindlichkeit und höchste Selektivität aus. Eine andere Ausführung besitzt eine Fernabstimmung für den gesamten Bereich, eine weitere zwei Kanäle für zwei Festfrequenzen, die beliebig im ganzen Bereich eingestellt werden können. Nach den Bestimmungen der Federal

Communications Commission setzt sich die Bordfunkanlage eines Verkehrsflugzeuges aus folgenden Geräten zusammen:

1. einem Langwellenempfänger für das Frequenzband von 200 bis 400 kHz für Wettersender und Leitstrahlungsfunkfeuerempfang;
2. einem Kurzwellenempfänger für das Frequenzband von 2000 bis 7000 kHz für den Verkehr mit den Bodenfunkstellen der einzelnen Luftverkehrsgesellschaften;
3. einem Ersatzempfänger für den Wellenbereich von 200 bis 10 000 kHz. Dieser Empfänger muß aus Trockenbatterien 4 1/2 h betriebsfähig sein;
4. einem Kurzwellensender mit einer oder mehreren Festfrequenzen im Wellenbereich von 2800 bis 3500 kHz und 4900 bis 5900 kHz für den Verkehr mit dem Kontrollturm der Flughäfen und den Bodenfunkstellen der Luftverkehrsgesellschaften.

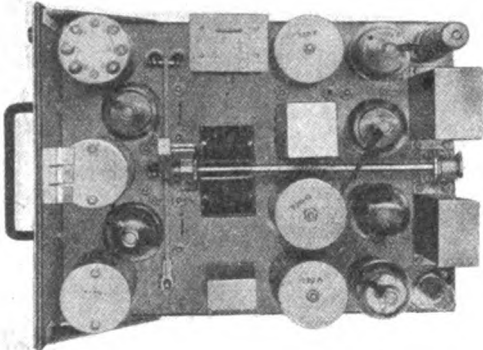
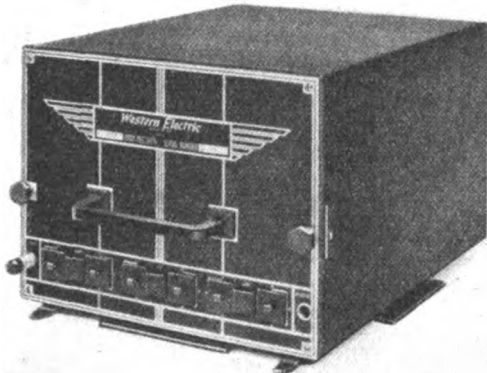


Abb. 15. Kurzwellen-Bordempfänger der Western Electric Co. Modell 12 C.

Durch die Mitführung eines Ersatzempfängers ist der Empfang an Bord sichergestellt, während ein Ersatzsender für den Wechselverkehr fehlt. Überschaut man die Erzeugnisse der einzelnen Firmen, so kann man feststellen, daß die Empfänger durchweg Überlagerungs-empfänger und größtenteils mit kristallgesteuerten Oszillatoren versehen sind. Um den Führerstand des Flugzeugs von Bordfunkanlagen freizuhalten, besitzen ferner alle Empfänger und Sender Fernbedienungs- und Fernabstimmungseinrichtungen. Somit ist es möglich, die Apparate dort aufzustellen, wo der Platz es erlaubt. Am Führerstand befindet sich lediglich eine kleine Fernbedienungstafel.

Das Auffallende an den Bordempfängern ist die überaus leichte und bequeme Bedienungsweise. Durch Betätigung einzelner Druckknöpfe am Fernbedienungsbrett können Festwellen im Bereiche von 200 bis 400 kHz eingestellt werden. Dies erspart Abstimmung beim Übergang auf eine andere Frequenz. Weiter besitzen diese

Empfängerkonstruktionen noch einen besonderen Empfangskanal für die Frequenz 278 kHz (Rufwelle aller amerikanischen Kontrolltürme). Durch Umlegen eines kleinen Hebels kann diese Welle eingeschaltet werden, ohne die Abstimmung des Empfängers zu verändern.

Ausführungsbeispiel eines Kurzwellenempfängers für den Bereich von 2400 bis 6600 kHz zeigt Abb. 15. Dieser Empfänger, ein Erzeugnis der Western Electric

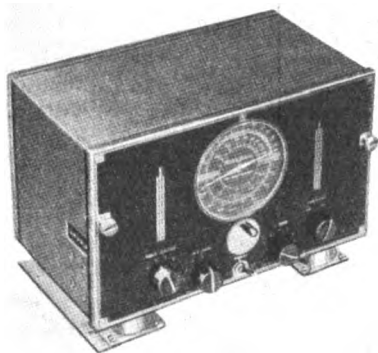


Abb. 16. Empfänger der Western Electric Co., Modell 20 für Handbedienung.

Co., Modell 12 C, ist ein Überlagerungsempfänger mit kristallgesteuertem Oszillator. Das Modell kann für Fern- oder Handbedienung betrieben werden. Der Empfänger besitzt zwei feste Frequenzkanäle, die durch einen Hebel am Fernbedienungsbrett eingestellt werden können. Die Kristalloszillatoren werden durch einen Thermostat auf konstanter Temperatur gehalten, um so größte Frequenzkonstanz zu gewährleisten. Zur Raum- und Gewichtersparnis sind Lang- und Kurzwellen-

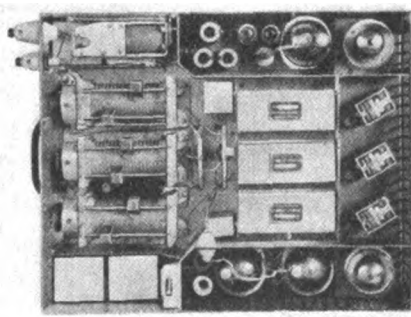


Abb. 17. Bordsender für 3 Festfrequenzen der Western Electric Co., Modell 13 C.

empfänger gelegentlich vereinigt. So können bei einem solchen Gerät die Wellenbereiche von 200 bis 400 kHz und 2300 bis 6800 kHz auf der Fernbedienungstafel eingestellt werden.

Einen Ersatzempfänger zeigt Abb. 16. Der Empfänger wird für Handbedienung und für Fernabstimmung hergestellt. Der Wellenbereich von 200 bis 10 000 kHz ist in vier Bänder unterteilt. Der Empfänger besitzt zwei kristallgesteuerte Oszillatoren für zwei Festfrequenzen, die beliebig gewählt werden können.

Die Bordsender amerikanischer Verkehrsflugzeuge besitzen mehrere Festfrequenzen. Die Zahl der Festfrequenzen schwankt zwischen 3 bis 10 je nach Bedarf (bedingt durch die zu fliegende Kette). Alle Sender besitzen kristallgesteuerte Oszillatorstufen mit Thermostaten und Fernbedienungseinrichtungen.

Ein Sender mit drei Festfrequenzen (Abb. 17) der Western Electric Co., Modell 13 C, besitzt für jede der drei Frequenzen eine eigene quartzgesteuerte Oszillatorstufe. Die Ausgangsleistung des Senders beträgt 50 W, die

Frequenzkonstanz 0,025 % für die innerhalb des Wellenbereiches von 2000 bis 6000 kHz gewählte Frequenz. Der Bendix-Sender, Modell TA, besitzt zehn Festfrequenzen mit kristallgesteuerten Oszillatoren, die am Sender oder auch am Fernbedienungsbrett durch Wahl einer Kennziffer auf einer Nummernscheibe eingestellt werden können. Die besonderen Vorzüge und Kennzeichen dieses Senders sind außerordentliche Stabilität im Aufbau und größte Frequenzkonstanz auch bei Temperaturschwankungen von -40° bis $+60^{\circ}$ C.

Nach neueren Vorschriften der Luftfahrtbehörde muß an Bord der Verkehrsflugzeuge ein Zielfluggerät mitgeführt werden, um einmal Sender mit bekannten geographischen Koordinaten anzufliegen, zum anderen, um auch das Wiederfinden eines Leitstrahlfunkfeuers zu erleichtern, falls der Pilot vom Kurs abgeraten ist. Zwar gibt es Verfahren, unter Ausnutzung des Lautstärkeunterschiedes der Unterscheidungssignale der Funkfeuer den Leitstrahl wiederzufinden, doch erfordert dies ziemliches fliegerisches Geschick.

Ein einfaches Zielfluggerät — einen sog. Radiokompaß —, das aus einem gewöhnlichen Langwellenempfänger und einer abgeschirmten Rahmenantenne (zur Vermeidung des „static“-Effektes) besteht, zeigt Abb. 18, ein Erzeugnis der Bendix Radio Corporation, Modell MN 1. Solche Radiokompaß genannte Zielfluggeräte werden bei einfacher Ausführung für Höranzeige konstruiert. Ein interessanter Radiokompaß, das Modell AVR 8 der Radio Corporation of America, vereinigt einen Universalempfänger für den Wellenbereich von 200 bis 6700 kHz mit einem Navigationsinstrument für den Wellenbereich 200 bis 1500 kHz. Das Gerät, als Radiokompaß verwendet, sieht sowohl Hör- als auch Sichtanzeige vor. Der abgeschirmte Rahmen (Abb. 19) kann gedreht werden und gestattet Azimutablesung an einem Instrument. Dem Piloten ist hiermit die Möglich-

keit gegeben, selbst Kreuzpeilungen und somit Standortbestimmungen durchzuführen.

Für die Privat- und Sportluftfahrt haben amerikanische Herstellerfirmen Geräte herausgebracht, die sich besonders durch geringes Gewicht und niedrigen Preis auszeichnen. Eine Bordfunkanlage eines Privat- und Sportflugzeuges zeigt Abb. 20. Der Empfänger ist ein Überlagerungs-

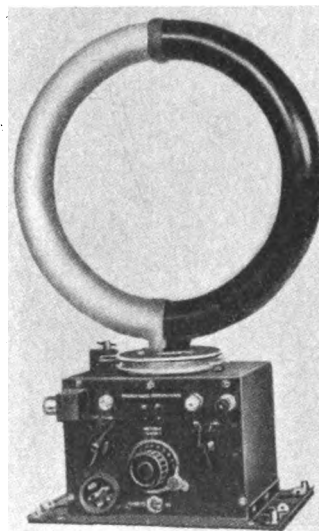


Abb. 18. Radiokompaß der Bendix-Radio-Corporation, Modell MN 1.

empfänger für den Bereich von 190 bis 450 kHz und 550 bis 1500 kHz. Der Sender Modell 19 A ist kristallgesteuert und besitzt zwei Festfrequenzen, die im Bereich von 2000 bis 7000 kHz gewählt werden können. Die gesamte Anlage wiegt nur 20 kg, einschließlich Batterie, Umformer, Kopfhörer und Mikrophon.

Aus dem Rahmen dieser für die Flugsicherung innerhalb der V. S. Amerika bestimmten Boden- und Bordfunktseinrichtungen fallen die Flugsicherungseinrichtungen für den Überseeflugbetrieb heraus. Diese müssen durch die für die Fluglinien nach dem Ausland zuständige Gesellschaft, die Panamerican Airways bereitgestellt und betrieben werden. Die Hauptstützpunkte der PAA. liegen in Miami für den Luftverkehr nach Mittel- und Nordamerika, in San Francisco für die Flugstrecken nach

Hawai und China und in New York (Port Washington) für den neu aufgenommenen regelmäßigen Flugbetrieb nach den Bermuda-Inseln und den Versuchsverkehr über den Nordatlantik nach Europa. Der Verkehr wird mit großen Seeflugbooten (Panamerican Clipper) durchgeführt. Die drei Flugstationen sind mit zahlreichen Funk-

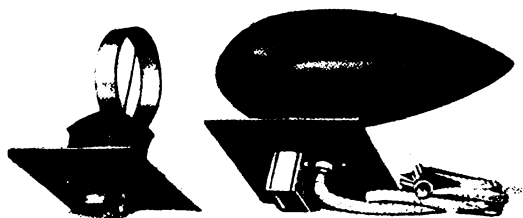


Abb. 19. RCA-Radiokompaß AVR-8, Rahmen und Gehäuse.

anlagen ausgestattet. Diese unterscheiden sich hinsichtlich der Sendeanlagen für den Streckenfunkdienst nur unwesentlich von denen des inneramerikanischen Verkehrs. Die in Miami verwendeten Sendewellen liegen für den Funkverkehr mit Cuba, Key West und Nassau bei 5400 kHz, mit Colombo, Haïti, Jamaica und Mexico bei 11 000 kHz und mit Brasilien, Panama, Peru, Trinidad bei 16 000 kHz. Für den Nachrichtenverkehr mit Flugzeugen verwendet die Funkstelle Miami sendeseitig die Welle 6670, empfangsseitig 5780 kHz. Interessant ist, daß daneben ein Fremdpeilverkehr mit den Flugbooten auf Welle 1560 kHz von Miami aus stattfindet. Die Sendestelle der PAA. in Miami verfügt über zwei 200 W-Sender und vier 1000 W-Sender, sämtlich ferngesteuert von einer Funkbetriebszentrale der Seeflugstation mit vier

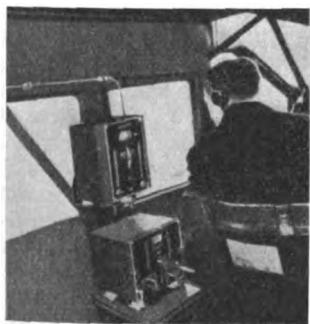


Abb. 20. Bordfunkanlage der Western Electric Co. für Sportflieger.

Arbeitsplätzen. Eine ähnliche, jedoch dem geringeren Funkverkehr entsprechend weniger umfangreiche Ausrüstung haben auch die Bodenfunkstellen in San Francisco und Port Washington. Von Bedeutung ist noch, daß die Seeflugstation in San Francisco für die Sicherung der Strecke nach Hawai eine Kurzwellen-Adcockanlage besitzt, mit der auf Entfernungen bis zu 2700 km mit einer Genauigkeit von $1,5^\circ$ gepeilt werden kann.

Die Bordfunkausrüstung der Flugboote besteht aus einem Sender mit dem Wellenbereich 250 bis 8500 kHz. Dieser ist erforderlich, um außer mit den Bodenfunkstellen der PAA. auch mit Küsten- und Schiffsfunkstellen Verbindung aufnehmen zu können. Die Leistung des Senders beträgt für Kurzwellen rd. 20 W, für Mittelwellen rd. 50 W.

IV. Flugsicherungseinrichtungen der Flughafenunternehmer.

Die Flughäfen in den V. S. Amerika unterscheiden sich bekanntlich von den europäischen dadurch, daß sie fast sämtlich Rollbahnen (runways) besitzen. Es sind dies nach verschiedenen Verfahren befestigte Flächen, auf denen das Rollen, Starten und Landen stattfindet (s. Abb. 21). Die Breite beträgt durchschnittlich 35 bis 50 m, die Länge je nach Windrichtung z. Z. bis zu 1200 m. Im allgemeinen sind für ein oder zwei Start- und Landrichtungen Hauptrollbahnen festgelegt. Augenblicklich ist das Bestreben zu einer Verlängerung der Rollbahnen festzustellen, um den Bedürfnissen von Flugzeugen mit hoher Landegeschwindigkeit zu entsprechen. Ein Flughafenbauprogramm, das im Jahre 1937 in Angriff genommen wurde, sieht Verlängerung der Rollbahnen in Chicago auf 2300 m vor.

Da die zwischen den Rollbahnen liegenden Flächen für den Roll-, Start- und Landebetrieb im allgemeinen nicht hergerichtet sind, müssen sich die Flugsicherungseinrichtungen der Flughäfen dieser Lage anpassen. Auf die Forderungen für die Blindlandeeinrichtungen war bereits hingewiesen worden. Besonders eindrucksvoll ist die Art der Befeuerungseinrichtungen für die Kennzeichnung der Rollbahnen. Sie bestehen aus elektrischen (weißen) Lampen, die parallel zu beiden Seiten der Rollbahnen angeordnet sind, wobei rote und grüne „Torfeuer“ angeben, auf welcher Rollbahn gelandet werden muß. Eine neuartige Versuchsanordnung in Indianapolis sieht eine Erweiterung dieser Befeuerung in Richtung der

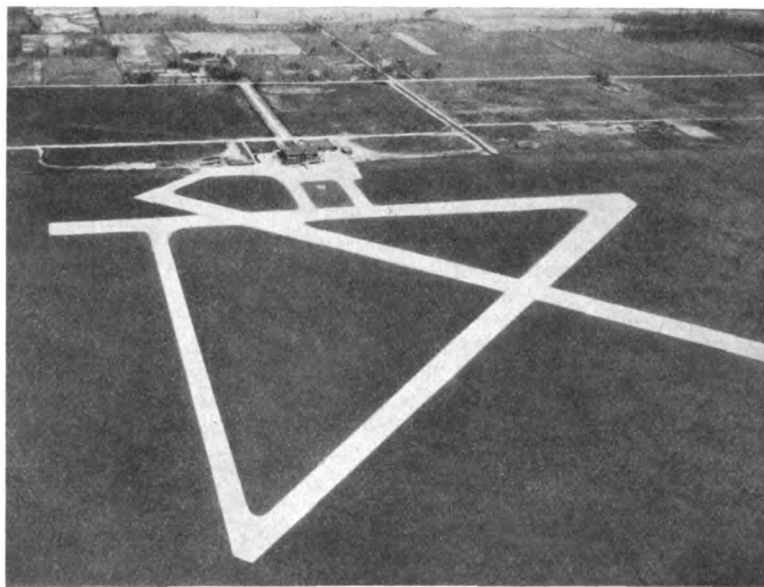


Abb. 21. Luftbild des Flughafens in Indianapolis.

Blindlandebahn vor. Sie besteht aus zwei Reihen weißer Feuer im Abstand von etwa 30 m voneinander. Die beiden Reihen sind etwa 70 m voneinander entfernt. Die Gesamtlänge der außerhalb des Rollfeldes befeuereten Landebahn beträgt etwa 1300 m.

Bekannt ist, daß in den V. S. Amerika von der Landebahnbeleuchtung weitgehend Gebrauch gemacht wird. Diese ist auch dem Rollbahnsystem angepaßt, d. h. die Landebahnleuchte befindet sich am Ende der Hauptrollbahn. Gelandet wird wie in Europa gewöhnlich quer zur Landebahnleuchte oder über diese hinweg, gelegentlich auf sie zu. Die Blendgefahr für den Flugzeugführer wird dabei auch durch einen von Hand betätigten „Schattenwerfer“ ausgeschaltet, der das Flugzeug stets im dunklen hält, während das Rollfeld ringsumher hell erleuchtet ist. Im übrigen bleibt es dem Flugzeugführer

überlassen, die Landebahnleuchte anzufordern oder mit Hilfe der allgemein angewendeten schwenkbaren Bord-scheinwerfer ohne Fremdhilfe zu landen.

Die Verständigung findet im allgemeinen funktelophonisch mit der Funkstelle des Flughafenkontrollturms statt. Diese besteht aus einer Anzahl Kurzwellenempfängern — soviel als „Ketten“ von Bodenfunkstellen der Aeronautical Radio Inc. den Flughafen berühren und einem Empfänger für die „nationale“ Anrufwelle — und einem Mittelwellensender; dieser benutzt bei allen Flughäfen die Welle 278 kHz. Beim Anruf verwenden die Flugzeuge im Verkehr mit dem Kontrollturm am Tage die Nachtwelle, in der Nacht die Tageswelle, um den übrigen Funkverkehr nicht zu stören. Die Anordnung der Geräte eines Kontrollturms zeigt Abb. 22. Die Empfänger sind

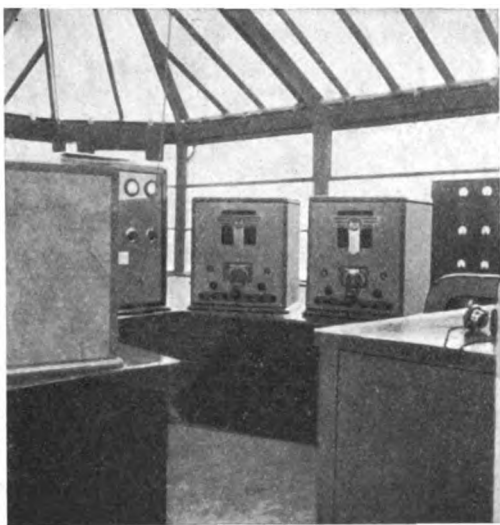


Abb. 22. Anordnung der Geräte des Kontrollturmes in Indianapolis.

sämtlich für Lautsprecherbetrieb eingerichtet; dies macht den Betrieb im Kontrollturm ziemlich störend. Der Sender darf die Leistung von 15 W nicht übersteigen. Als Kontrollturmempfänger dient meistens das Modell AVT 11 der RCA (Abb. 23). Dieser Empfänger ist ein Überlagerungsempfänger mit allen technischen Neuerungen, z. B. magischem Auge, Krachtöter, Fadingausgleich, Oszillator für A₁-Sendung usw. Der große Vorteil des amerikanischen Betriebsverfahrens besteht darin, daß vor dem Start, beim Rollen und in der Luft Weisungen an die Flugzeuge erteilt werden können. Diese müssen sich dazu von bzw. bis zu dem inneren Nahbezugspunkt (inner

marker) mit dem Kontrollturm in Verbindung halten. Die Auskünfte erstrecken sich auf Windrichtung und Windstärke, Wolkenhöhe und Sicht, vorgeschriebene Rollbahn usw. Zur Beschleunigung des Übermittlungsverfahrens hat der Beamte im Kontrollturm die erforderlichen Windmeßgeräte unmittelbar vor sich, braucht also die Werte nur abzulesen. Ferner sind die gesamten Schaltanlagen für die Befeuerungseinrichtungen des Flughafens, mit Ausnahme z. B. in Chicago für die Landebahnleuchte, in dem Kontrollturm untergebracht, die durch eine besondere

Hilfskraft auf telephonische Weisung hin bedient wird. Die Art der Zusammenarbeit mit der Bewegungskontrollstelle (ATC) war bereits (s. S. 143) geschildert worden.

Hervorzuheben ist noch, daß auf einigen Flughäfen noch Leitstrahlfunkfeuer kleiner Leistung vorhanden sind, die aus Wellenmangel auch auf der Welle 278 kHz arbeiten müssen und dazu bestimmt sind, den Landevorgang bei



Abb. 23. Flughafenempfänger der RCA, Modell AVT 11.

Schlechtwetterlagen zu erleichtern. Sie werden sehr selten benutzt, nachdem durch die besondere Art der Aufstellung der Strecken-Leitstrahlfunkfeuer in der Nähe der Flughäfen eine Schlechtwetterlandung durchführbar geworden ist. Abb. 7 (s. S. 141) zeigt für den Flughafen Chicago das Zusammenwirken der beiden Arten der Leitstrahlfunkfeuer.

Zusammenfassung.

Abschließend kann festgestellt werden, daß die amerikanische Flugsicherungstechnik eine Reihe interessanter Neuerungen aufweist, die auch für die europäische Flugsicherungsorganisation nutzbar gemacht werden können. Es bedarf kaum der Erwähnung, daß dies nur in Anpassung an die besonderen Verhältnisse des europäischen Luftverkehrs geschehen kann, also technische Abänderungen und Ergänzungen notwendig sein werden. Für die kommende Entwicklung wird das Ergebnis der Weltfunkkonferenz in Kairo bedeutsam sein, die im Februar 1938 zusammentritt. Auf dieser Konferenz werden erstmalig Erörterungen darüber stattfinden, in welchem Umfange eine gegenseitige Angleichung der Funkssysteme der Flugsicherung Europas und Amerikas möglich ist, eine Entwicklung, deren Verlauf durch die Forderungen des kommenden Weltflugverkehrs klar vorgezeichnet ist.

Buna in der Kabeltechnik.

Von H. Roelig VDE, Leverkusen.

621. 315. 616 : 21

Übersicht. Die technischen Eigenschaften von synthetischem Kautschuk werden besprochen, soweit sie für die Kabel- und Leitungsherstellung Bedeutung haben.

Der deutsche synthetische Kautschuk Buna ist auf Grund seiner technischen Eigenschaften vielfach dazu berufen, an die Stelle von Naturkautschuk zu treten, da seine Eigenschaften in vieler Hinsicht über diesen hinausgehen. Buna findet in der Kabeltechnik sowohl als Isoliermantel als auch als Schutzmantel Anwendung. Die isolierenden Eigenschaften der verschiedenen Bunasorten zeigt Tafel 1 im Vergleich mit Naturkautschuk und anderen Kunststoffen, wie Igelit, Oppanol und Polystyrol. Dabei ist zu beachten, daß alle für ge-

Tafel 1. Elektrische Eigenschaften von Buna.

	spez. Widerstand bei 20 °C Ω cm	tg δ (δ Verlustwinkel) bei 20 °C und 50 Hz		Dielektrizitätskonstante ε bei 20 °C und 50 Hz	
		ungefüllt	gefüllt	ungefüllt	gefüllt
Perbunan	10 ⁶ ...10 ⁷	—	—	15...20	—
Buna S	10 ¹⁴ ...10 ¹⁵	0,0009	0,003...0,03	2,9	2,9...7
Zahlenbuna . . .	10 ¹⁴ ...10 ¹⁵	0,0007	0,006...0,03	2,9	2,9...7
Naturkautschuk .	10 ¹⁴ ...10 ¹⁵	0,001	0,005...0,01	2,7	2,7...7
Igelit PCU	10 ¹² ...10 ¹⁴	0,01	—	3,6	—
Oppanol	10 ¹⁶	0,0003	—	2,7	—
Polystyrol	10 ¹⁶	0,0001	—	2,3	—

füllten Buna angegebenen Werte Mittelwerte aus verschiedenen Buna-Vulkanisaten darstellen, welche stets Mischungen von Buna mit Füllstoffen, Weichmachern, Beschleunigern und anderen Mischungsbestandteilen sind, die mit Schwefel vulkanisiert werden und so erst die für Buna und Naturkautschuk charakteristischen elastischen Eigenschaften erhalten. Tafel 1 läßt erkennen, daß Buna S (der Reifenkautschuk) und Zahlenbuna in ihren elektrischen Eigenschaften an die Werte von Naturkautschuk herankommen, während Perbunan (der öl- und benzinbeständige Buna) in elektrischer Hinsicht ein Halbleiter ist. Der Unterschied zwischen Buna S und Zahlenbuna ist in mechanischen und verarbeitungstechnischen Eigenschaften zu suchen.

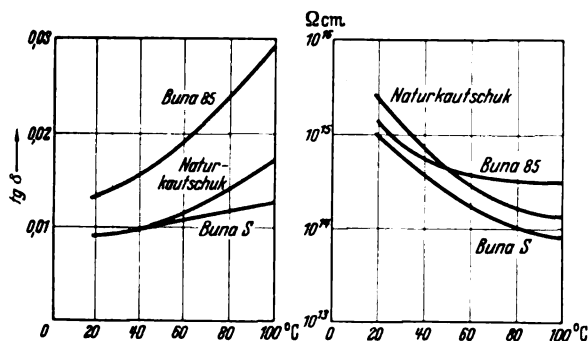


Abb. 1. Verlustwinkel und spezifischer Widerstand an Naturkautschuk, laboratoriumsmäßig hergestelltem Buna S und Zahlenbuna.

Untersucht man das für belastete, der Stromwärme ausgesetzte Kabel und Leitungen wichtige Verhalten der isolierenden Eigenschaften von gefülltem Buna bei höheren Temperaturen, so zeigt sich ein ähnliches Verhalten von Naturkautschuk und Buna, das durch Füllstoffe in gewissen Grenzen beeinflusst werden kann (Abb. 1). Die Kurve¹⁾ zeigt den Einfluß der Temperatur

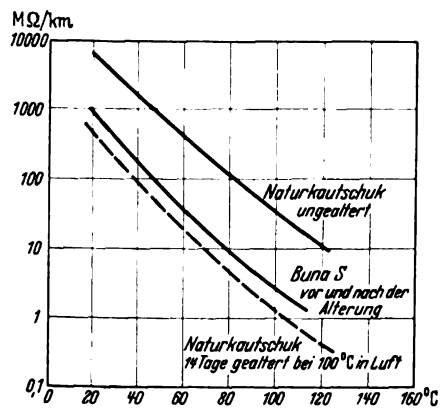


Abb. 2. Einfluß der künstlichen Alterung auf Naturkautschuk und Buna S.

auf den Verlustwinkel und den spezifischen Widerstand für Naturkautschuk, Buna S und Zahlenbuna. Die Überlegenheit von Buna S über Naturkautschuk tritt bei der Alterung, d. h. dann zutage, wenn beide Isolierstoffe längere Zeit höheren Temperaturen ausgesetzt sind. Altert man z. B. NGA-Leitungen, die mit Naturkautschuk und wahlweise mit Buna S isoliert sind, zehn Tage bei 100 ° C in Luft und bestimmt vor und nach der Alterung den Isolationswiderstand bei verschiedenen Temperaturen, so zeigt es sich, daß die mit Naturkautschuk isolierte NGA-Leitung, die vor der Alterung in unserem Fall einen etwas höheren Isolationswiderstand aufwies, unter den Wert der mit Buna S isolierten Leitung sinkt, weil der Isolationswiderstand der mit Buna S isolierten Leitung

durch die Alterung nicht beeinflusst werden konnte (Abb. 2). Das bedeutet technisch, daß die Stromwärmeverluste einer Isolation aus Buna S weit weniger anhaben können als einer solchen aus Naturkautschuk.

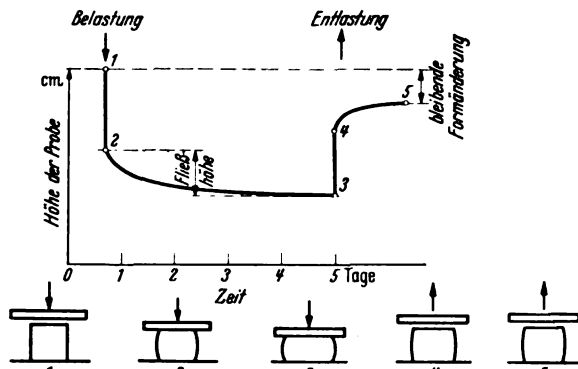


Abb. 3. Formänderung von Buna bei und nach Druckbelastung.

Auch als Schutzmantel hat Buna Vorzüge in mechanischer und chemischer Hinsicht. Als Mantel von Feuchtraumleitungen, der bei der Verlegung dem Druck von Schellen ausgesetzt ist, und als Mantel von Gummischlauchkabeln, denen im rauen Betrieb starker Verschleiß droht, sind Buna S und Perbunan infolge ihrer höheren Druckfestigkeit bei höheren Temperaturen und ihrer von der Verwendung in der Reifenauflage her bekannten höheren Abriebfestigkeit Naturkautschuk und vielen anderen Kunststoffen überlegen. Die höhere Druckfestigkeit von Buna S und Perbunan bei höheren Temperaturen läßt sich zahlenmäßig am besten dadurch erweisen, daß

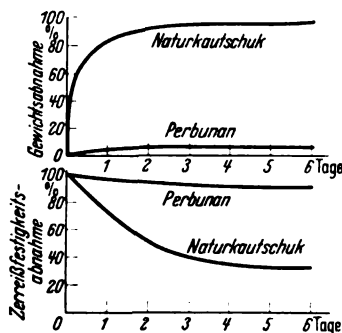


Abb. 4. Gewichtszunahme von Naturkautschuk und Perbunan in Benzin.

man Proben bei höheren Temperaturen einer Druckbeanspruchung (von 10 kg/cm²) aussetzt und nach Entlastung die bleibende Formänderung bestimmt (Abb. 3). Die Tafel 2 zeigt für Buna S und Perbunan bei höheren

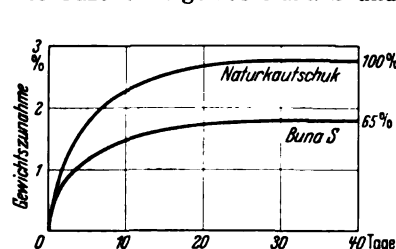


Abb. 5. Gewichtszunahme von Naturkautschuk und ungefülltem Buna S in Wasser.

Temperaturen eine geringere bleibende Formänderung, d. h. eine höhere Druckfestigkeit als bei Naturkautschuk. Bei Perbunan tritt die Quellbeständigkeit gegen Öl, Fett, Benzin und viele andere organische Stoffe dann in Erscheinung, wenn der Schutzmantel von Gummischlauchleitungen, wie in Garagen, Werkstätten und Fahrzeugen, dem Einfluß von Öl und Benzin ausgesetzt ist, welcher, wie Tafel 2 und Abb. 4 zeigen, für Naturkautschuk die völlige Zerstörung durch Quellung bedeutet, Perbunan dagegen kaum beeinflusst.

Tafel 2.

	bleibende Formänderung in % nach sechstägiger Belastung bei 10 kg/cm ² Druck und bei		
	20 ° C	70 ° C	100 ° C
Naturkautschuk . . .	10	30	90
Buna S	10	15	25
Perbunan	10	20	50

¹⁾ Die elektrischen Werte sind an laboratoriumsmäßig hergestellten Platten ermittelt, welche in Abwesenheit von Dampf in der Presse vulkanisiert sind. Betriebsmäßig in Dampf vulkanisierte Platten zeigen höhere Werte für den Verlustwinkel und die Dielektrizitätskonstante. Bei Trocknung im Vakuum gehen die Werte auf die in Abb. 1 angegebenen Werte zurück.

Für Seekabel ist die geringere Wasseraufnahme von Buna S im Vergleich zu Naturkautschuk von Vorteil. Abb. 5 läßt erkennen, daß ungefüllter Buna S um 35 % weniger Feuchtigkeit aufnimmt als Naturkautschuk. Für den Schutzmantel von Kabeln ist besonders, wenn man auf einen Ersatz von Metallmänteln absieht, die Wasserdampfdurchlässigkeit von Bedeutung, da der Isoliermantel vor dem Eindringen von Feuchtigkeit möglichst geschützt werden soll. Die Tafel 3 zeigt eine Gegenüberstellung der

Tafel 3. Wasserdampfdurchlässigkeit von Buna und Naturkautschuk.

	Diffusions-Konstante $D = \frac{g \cdot \text{cm}}{h \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{Torr}}$
Naturkautschuk	$3,5 \cdots 5,5 \cdot 10^{-8}$
Buna S	$2,2 \cdots 3,5 \cdot 10^{-8}$
Perbunan	$4,5 \cdot 10^{-8}$

für Buna und Naturkautschuk bestimmten Werte, welche sich nicht wesentlich voneinander unterscheiden.

Bei Röntgenkabeln und Neonleitungen ist die Korona- oder Ozonbeständigkeit wichtig, da bei höheren Spannungen am Umfang von derartigen Leitungen Ozon auftritt, welches besonders bei gleichzeitigem Vorhandensein mechanischer Spannung den Schutzmantel angreift. Buna S ist viermal ozonbeständiger als Naturkautschuk.

Die aufgezeigten Vorteile, welche Buna für Kabel und Leitungen bietet, lassen Buna S und Perbunan in der Kabeltechnik als Isolier- und Schutzmantel für Gummischlauchkabel und Feuchtraumleitungen verwendbar erscheinen. Die Verarbeitung von Buna stößt heute auf keine grundsätzlichen Schwierigkeiten mehr, da sich Buna sowohl auf der Spritzmaschine als auch auf der Längsbedeckungsmaschine verarbeiten läßt.

Zusammenfassung.

Synthetischer Kautschuk „Buna“ eignet sich wegen seiner guten elektrischen und mechanischen Eigenschaften für die Kabel- und Leitungsherstellung, wobei eine sinn-gemäße Anwendung der Bunasorten Vorteile gegenüber dem Naturkautschuk bietet.

Kunststoffe im Kabel- und Leitungsbau.

Nachdem durch Forschungsarbeiten im Laboratorium und Betrieb¹⁾ sowie durch praktische Versuche ein gewisser Überblick gewonnen worden ist über die wesentlichsten Eigenschaften der Kunststoffe, die für den Kabel- und Leitungsbau in Betracht kommen, beginnt jetzt die Anwendung verstärkt greifbare Formen anzunehmen. Ein Überblick²⁾ über die Anwendung im Kabel- und Leitungsbau ergibt zur Zeit folgendes:

Den vulkanisierbaren Kunststoffen, wie sie u. a. in den Bunatypen (Buna S und Perbunan) vorliegen, sind grundsätzlich alle beweglichen Leitungen vorbehalten, wie z. B. Gummischlauchleitungen, Hand-apparateleitungen, Zuleitungen für Koch- und Heizgeräte. Das gleiche gilt bei den verlegten Leitungen für Hochspannungs-Gummiaderleitungen über 1 kV, wetterfest isolierte Freileitungen, Fassungsadern, Panzeradern in Krananlagen u. dgl. Auch für alle sonstigen Kabel und Leitungen, an die besondere mechanische Anforderungen vorwiegend bei höheren oder tieferen Temperaturen gestellt werden, wie es z. B. bei den Schiffskabeln sowohl bei dem Mantel als auch bei der Isolation der Fall ist, kommen nur Vulkanisate in Betracht. Diese Vulkanisate treten hierbei in der Hauptsache an die Stelle von Naturkautschukmischungen.

In erster Linie ist hierfür neben Perbunan vor allem Buna S zu nennen. Neben den elektrischen Anforderungen, die an Kunststoffe für Isolationszwecke gestellt werden müssen, spielen sowohl bei Mantel- als auch Isolationsmassen die mechanischen Eigenschaften bei der Entscheidung über ihre Anwendbarkeit eine wesentliche Rolle. Bei den Bunatypen z. B. kommen — die Anwendung der jeweils richtigen Bunatype vorausgesetzt — die Isoliereigenschaften von Bunamischungen nahezu an entsprechende Naturkautschukmischungen heran. In mechanischer Hinsicht werden bei diesen Typen die Festigkeitswerte der Naturkautschukmischungen nicht ganz erreicht; dafür verhält sich aber Buna bei der Alterung günstiger. Das Wertvolle dieser härteren Kunststoffe besteht darin, daß sie ähnlich wie Naturkautschukmischungen innerhalb eines breiten Temperaturgebietes anwendbar sind und auch auf den vorhandenen Längsbedeckungsmaschinen, die wegen ihrer hohen Leistungsfähigkeit nicht zu entbehren sind, verarbeitet werden können.

621. 315. 616 : 21

Die thermoplastischen Kunststoffmassen z. B. auf Basis von Polyvinylchlorid werden auf einigen Gebieten der Fernmelde-Installationsleitungen vorteilhaft angewandt, z. B. bei Wachsdrähten, Klingeldrähten, sowie seit längerer Zeit auch bei Schießdrähten usw. Ferner werden Polyvinylchloridmassen als Isoliermaterial für Niederspannungskabel bis 1 kV für trockene Verlegung in geschlossenen Räumen benutzt. Zu beachten ist, daß es sich hierbei nicht immer um den Ersatz von Kautschuk handelt, sondern vor allem auch von Faserstoffen, Wachsen, ölprägnierten Papieren u. dgl. Durch die Anwendung des Kunststoffes ist es dann möglich, den sonst in manchen Fällen erforderlichen Bleimantel ganz fortzulassen oder ihn ebenfalls durch einen Kunststoffmantel zu ersetzen.

Bei Fernmeldekabeln ist wegen der hier verwendeten hygroskopischen Papierisolation größte Vorsicht mit der Einführung von Kunststoffmänteln geboten. Bei Einführungskabeln laufen Versuche, bei geeigneter Isolation den Bleimantel zu ersetzen bzw. ihn mit geringerer Wandstärke auszuführen. Für den Aufbau besonderer Hochfrequenzkabel wird Polystyrol in steigendem Maße herangezogen. Es wäre wünschenswert, wenn diesem wertvollen Isolierstoff unter Beibehaltung seiner ausgezeichneten dielektrischen Eigenschaften noch günstigere mechanische Eigenschaften verliehen werden könnten.

Bei den thermoplastischen Isolierstoffen auf Basis von Polyvinylchlorid ist neben dem allen Thermoplasten eigenen engen Temperaturbereich bei der Anwendbarkeit vor allen Dingen der niedrige Isolationswiderstand störend, der zudem sehr stark temperaturabhängig ist. Fortschritte insbesondere in elektrischer Hinsicht sind denkbar bei weichmacherfreien, füllstoffhaltigen Mischungen auf Basis von Oppanol oder Plexigum; derartige Mischungen besitzen zwar nicht die hohe Festigkeit der Polyvinylchloridmassen, sie haben aber den Vorteil einer z. T. beachtlich hohen chemischen Stabilität. Auf Grund dieser chemischen Stabilität sind die zuletzt genannten Thermoplasten auch bereits mit Erfolg herangezogen worden zur Streckung und gleichzeitig zur Verbesserung bestimmter Eigenschaften von Bunamischungen³⁾.

P. Nowak.

¹⁾ P. Nowak und H. Hofmeier, Über Möglichkeiten zur Anwendung von neuen Kunststoffen. Chem. Fabrik 10 (1937) S. 13.

²⁾ Nach einem Referat auf der Beiratssitzung der Fachausschüsse für Kunst- und Preßstoffe des VDI und des VDCh am 6. 1. 38.

³⁾ P. Nowak und H. Hofmeier, Neue Kunststoffe in der Elektroindustrie, insbesondere für den Kabel- und Leitungsbau. Kunststoffe 27 (1937) S. 184.

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 314. 27 : 621. 331. 025. 1 **Die Umrichteranlage der Deutschen Reichsbahn in Basel.** — Zur Stromversorgung der Wiesentalbahn mit Einphasenstrom bei einer Fahrdrathspannung von 15 kV und einer Frequenz von 15 Hz wurde in den Jahren 1911 bis 1913 eine Maschinenumformeranlage mit Pufferbatterie in Basel errichtet. Angesichts der geringen Zugförderleistungen beträgt die Einphasenlast heute nur etwa 600 kW im Jahresmittel bei einem mittleren Leistungsfaktor von $\cos \varphi = 0,64$ (Jahr 1936). Im Winter treten täglich

Bahnbelastung, die bekannt ist, ergibt sich der Jahreswirkungsgrad der Anlage in Höhe von 82 bis 83%. Der Jahreswirkungsgrad des 4000 kVA-Umformers, der als Bereitschaft für den Umrichter vorgesehen ist, liegt dagegen fast 20% tiefer.

Durch den Umrichterbetrieb sind keine schädlichen Rückwirkungen auf die Motoren der Triebfahrzeuge, auch nicht auf das Netz des Stromlieferers und seiner übrigen Abnehmer eingetreten. Das Verhältnis von Umrichterlast zur Leistung der stromliefernden Werke beträgt nur 3,5%. Die Rückwirkungen auf den Rundfunkempfang und Fernsprechtbetrieb, der im Wirkungsbereich des Umrichters und der angeschlossenen

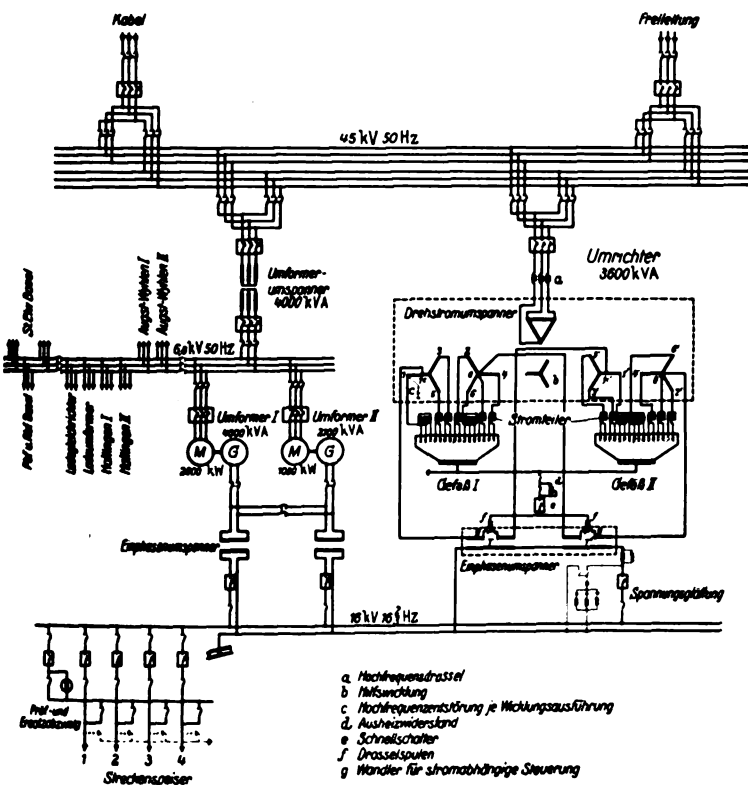


Abb. 1. Gesamtschaltplan des Umformerwerks Basel.

Spitzenwerte von 2000 kW über eine halbe Stunde, von 3000 kW und darüber während mehrerer Minuten auf. Dementsprechend ist der Lastgrad niedrig und der Jahreswirkungsgrad der Anlage gering. Ehe die Pufferbatterie durch Überalterung betriebsunfähig wurde, erhob sich im Jahr 1932/33 die Frage nach einer neuen, wirtschaftlicheren Umformungsart. Die Reichsbahn entschloß sich, einen starren Umrichter zu wählen, der nach dem Grundsatz der Addition von Teilspannungen aufgebaut ist¹⁾.

Die Umrichteranlage empfängt Drehstromenergie von 50 Hz bei 45 kV von den Kraftübertragungswerken Rheinfelden und verwandelt sie in Einphasenstrom von 16²/₃ Hz bei 16 kV Einphasenspannung. Zu deren Glättung sind Resonanzkreise für 300, 600 und 900 Hz mit vorgeschaltetem Dämpfungswiderstand vorgesehen (Abb. 1). Die Anlage ist für eine Dauerleistung von 3600 kVA bei $\cos \varphi = 0,7$ bemessen, für eine Überlastungsfähigkeit von 4000 kVA während einer halben Stunde und 6000 kVA während einer Minute. Bei den Abnahmeversuchen sind folgende Wirkungsgrade festgestellt worden:

bei	1/4	2/4	3/4	4/4	5/4	Nennlast
	80,5	91,6	92,5	93,0	92,5	%

Hier ist zu berücksichtigen, daß die Umspanner dieser Erstausführung kleiner Leistung reichlich bemessen sind und daß auch der Verbrauch der Hilfsbetriebe stärker in Erscheinung tritt, namentlich bei Teillasten. Aus der Jahresdauerlinie der

¹⁾ Troeger, 4000 kVA-Umrichter für das Reichsbahnunterwerk der Wiesentalbahn, Elektr. Bahnen 14 (1934) S. 15.

Leitungen liegt, sind in tragbaren Grenzen geblieben. Wegen seiner starren Betriebsweise ist der Umrichter nicht dazu vorgesehen, mit den Maschinenumformern parallel zu arbeiten. Er speist den Bahnbetrieb allein. Die Inbetriebnahme vollzieht sich durch stetigen Aufbau der Einphasenspannung von Null bis zum Sollwert innerhalb weniger Sekunden mit Hilfe der Gittersteuerung, wenn die Hilfsbetriebe der Stromrichtergefäße in Tätigkeit gesetzt und die Steuerröhren angeheizt sind. Schwere Kurzschlüsse brauchen nicht durch die Streckenschalter abgeschaltet zu werden, sondern werden durch Gittersperrung schnellstens gelöscht. Die nächste Wiedereinschaltung vollzieht sich kurz darauf wieder selbsttätig. Das schnelle Wiederinbetriebgehen nach einer Störung im Drehstromnetz, sobald die Spannung wiederkehrt, ist auch ein Vorzug gegenüber dem Betrieb mit einem Umformer, der stets von neuem angelassen werden muß. An der Einstellung der Gittersteuerung, die ohne Verwendung umlaufender Kontakte als rein elektrische Steuerung aus Röhren aufgebaut ist, wird im Betriebe nichts geändert. Auf die Frage nach der Betriebssicherheit der Umrichteranlage läßt sich heute noch nichts Abschießendes antworten, nachdem der Regelbetrieb erst im Dezember 1936 aufgenommen worden ist. Die bisherige Entwicklung des Betriebes berechtigt jedoch schon heute zu der Aussage, daß bedeutendere Unregelmäßigkeiten, die ihren Ursprung und ihre Auswirkung in der Umrichteranlage haben und im Laufe der Zeit zu einer Schädigung der lebenswichtigen Anlagenteile — etwa der Stromrichtergefäße, der Steuerung usw. — oder zu Betriebsunterbrechungen erheblichen Ausmaßes führen könnten, keineswegs eingetreten sind. Kleinere Schäden, die an sich selten sind, werden meist schnell aufgefunden und dann behoben.

Die Gesamtzahl der kurzzeitigen Betriebsunterbrechungen ist heute allerdings noch etwas höher als bei Umformerbetrieb, aber die reichen Betriebserfahrungen weisen mit Sicherheit die Wege, die Störungszahlen weiter zu senken, damit auch die Betriebssicherheit des Drehumformers erreicht wird, der heute bereits in wirtschaftlicher Hinsicht ganz erheblich vom Umrichter übertroffen wird. [J. Schmitt u. E. Kilb, Elektr. Bahnen 17 (1937) S. 191; 12 S., 22 Abb.] eb.

621. 316. 11. 014. 3. 001. 2 **Der verbundgespeiste Dauerkurzschluß in verwickelten Netzen unter Berücksichtigung der Vorlast.** — Die bekannten Verfahren zur Berechnung von Dauerkurzschlüssen in verbundgespeisten, stark vermaschten Netzen unter Berücksichtigung der Vorlast weisen nach der einen oder der anderen Seite hin Nachteile auf, die sich hauptsächlich in Hinblick auf die Vereinfachung der sehr umfangreichen, unübersichtlichen Rechenarbeit ergeben. Es wird eine Behandlung in der Berechnung der Kurzschlußverteilung empfohlen, die auf den aus den verschiedenen Zweigen der technischen Anwendungen der Mathematik bekannten „indirekten Verfahren“ zur Ermittlung von „Unbekannten aus „linearen Gleichungen beruht. Das Netz im Dauerkurzschluß wird dabei unter der Einwirkung von so viel eingepprägten, nur durch die Erregung gegebenen Polradspannungen stehend angenommen, wie Kraftwerke vorhanden sind. Das Netz selber besteht aus den Leitungen, den Vorbelastungs- und den Maschinenreaktanzen, welche sich alle in der richtigen Verteilung (Vorbelastungs-

reaktanz parallel zum Netz und nicht zur Maschine) und Größe einsetzen lassen, so genau, wie es die jeweilige Aufgabenstellung erforderlich erscheinen läßt. Durch die Einführung der Vorbelastungsreaktanzen wird das Rechenverfahren nicht unübersichtlicher. Die Ankerrückwirkungs-Reaktanz wird aus den Maschinendaten, der relativen Erregung und der Kurzschlußentfernung mit Hilfe von Nomogrammen ermittelt. Ein Beispiel der Kurzschlußberechnung in einem verbundgespeisten Netz, wie es sich in der Praxis ergibt, wird unter Berücksichtigung der Vorlast durchgerechnet und die Kurzschlußkarte dafür aufgestellt. [H. Neumann, Arch. Elektrotechn. 32 (1938) H. 2, S. 88; 14 S., 9 Abb.]

621. 315. 684 : . 14. 018. 6. 001. 4 Schwingungsversuche mit Tragbünden für Aluminium-Freileitungseile. — Zur Befestigung von Aluminium-Freileitungen auf Stützenisolatoren dienen Bünde. Ihre Beurteilung ist schwierig, da meist noch keine langen Betriebserfahrungen vorliegen. Bewährte Bünde sind der „Seilbügelbund“ und der „verstärkte Kreuzbund“. Seit einiger Zeit befinden sich Bügel im Handel, deren Verhalten bei Seilbewegungen untersucht wurde. Die Schwingungen wurden auf einem Seilprüfstand mit zwei Feldern von je 35 m Länge künstlich erregt.

Untersucht wurden Kreuzbünde, Seilbügelbünde mit Bindendraht und mit Klemmen, Temperguß- und Stahlblechbügelbünde, Stahlbügelbünde mit S-Klemmen und Rundaluminium-Bügelbünde¹⁾. Die letzteren verhielten sich schwingungstechnisch am besten, dann folgt der Stahlbügelbund mit S-Klemmen und schließlich der Stahlblech- und Tempergußbügelbund. Der verstärkte Kreuzbund verträgt etwa die gleichen Schwingungsbeanspruchungen wie der aus Temperguß. Der Seilbügelbund entspricht etwa dem Stahlblechbügel, ist also etwas besser. Der Seilbügelbund mit Klemmen hatte die geringste Schwingungsfestigkeit, sie liegt aber nicht viel unter der des Kreuzbundes. Der Bruch trat bei den Massivbügelbünden stets im Seil, bei den Seilbügel- und Kreuzbünden im Bügel bzw. in der Bindung auf.

Gegen die Verwendung der untersuchten Bügel bestehen auf Grund der Ergebnisse keine Bedenken in schwingungstechnischer Hinsicht, da sie sich etwa gleich oder besser als die bewährten Seilbügel- und Kreuzbünde verhalten. [P. Behrens, Aluminium, Berl. 19 (1937) S. 705; 5 S., 11 Abb.] *eb.*

Elektromaschinenbau.

621. 314. 241. 001 Zur Theorie des Drehstrom-Regelsatzes nach A. Heyland. — Die Kaskadenschaltung einer Asynchronmaschine mit einer Drehstrom-Reihenschluß-Kommutatormaschine, wie sie besonders von A. Heyland zu einer gewissen Vollkommenheit entwickelt wurde, wird in komplexer Rechnungsweise untersucht. In der Einleitung wird darauf hingewiesen, daß die Hintermaschine dieses Regelsatzes eine wesentlich bessere Kupferausnutzung hat als z. B. die allerdings vielseitigere Hintermaschine nach Scherbius. Dies erschien als ausreichender Grund, zwei verschiedene Schaltungen dieses Regelsatzes eingehend rechnerisch zu untersuchen. Dabei wird gezeigt, daß man schon auf Grund der leicht und schnell erreichbaren Ortskurven des Erregerstromes der Hintermaschine auf das Verhalten des ganzen Regelsatzes schließen kann. Außerdem werden die Ortskurven des Scheinwiderstandes der Hintermaschine und des Stromes im Hauptmotor abgeleitet und für ein praktisches Beispiel berechnet, aufgezeichnet und kritisch betrachtet. Auch eine Formel zur Berechnung des notwendigen Scheinwiderstandes der Hintermaschine wird abgeleitet. Nach der einen der untersuchten Schaltungen wird der Regelsatz durch eine zum Ständer der Hintermaschine parallelschaltete Drosselspule in der Drehzahl geregelt, nach der anderen Schaltung durch eine über eine Hilfswicklung mit dem Ständer der Hintermaschine induktiv gekoppelte Drossel. Die Drehzahlkennlinien haben für beide Schaltungen Compoundcharakter, d. h. bei Leerlauf ist die Drehzahl des Regelsatzes gleich der des unregulierten Asynchronmotors, und sie nimmt mit wachsender Belastung in regelbarem Maße ab. Die Untersuchung der sehr interessanten Kommutierungsverhältnisse der Heylandschen Hintermaschine bleibt einer folgenden Arbeit vorbehalten. [G. Leiner, Arch. Elektrotechn. 32 (1938) H. 2, S. 71; 17 S., 20 Abb.]

Geräte und Stromrichter.

621. 3. 018. 3 : 621. 314. 224. 08 Einfluß der Wellenform auf die Eigenschaften von Stromwandlern. — Die Untersuchung von P. G. Agnew¹⁾, nach der die Beeinflussung des Übersetzungs- und Winkelfehlers von Stromwandlern durch Änderung der Wellenform des Primärstromes bei den praktisch vorkommenden Wellenform-Verzerrungen vernachlässigbar klein ist, bezieht sich nur auf verhältnismäßig niedrige Primärstromstärken. J. H. Park hat deshalb den Einfluß der Wellenform auf die Fehlergrößen von Stromwandlern für höhere Stromstärken (500 bis 4000 A) experimentell untersucht. Zunächst werden die bei nichtsinusförmigen Strömen für den Übersetzungs- und Winkelfehler sich ergebenden Werte definiert und durch die der Grundwelle und den höheren Harmonischen entsprechenden Größen ausgedrückt. Anschließend wird gezeigt, daß der Übersetzungs- und Winkelfehler für die Grundwelle und für die dritte Harmonische mit einer Stromwandler-Prüfeinrichtung der üblichen Art und mit einem auf die Frequenz f bzw. $3f$ (z. B. 60 bzw. 180 Hz) abgestimmten Vibrationsgalvanometer getrennt ausgemessen werden können. Verschiedenartige Ausführungsformen von Stromwandlern (mit zweckmäßigen bzw. unzureichenden Abmessungen) wurden bei drei verschiedenen Wellenformen (Sinuskurve und spitze bzw. abgeflachte Kurve mit einer dritten Harmonischen von 20% der Grundwelle) bezüglich ihrer Fehlergrößen untersucht und die Meßergebnisse miteinander verglichen. Hierbei ergab sich folgendes:

1. Bei allen untersuchten Stromwandlern (mit Ausnahme der beiden absichtlich unzureichend bemessenen) und bei den drei oben gekennzeichneten, verhältnismäßig stark verzerrten Wellenformen stimmten die der Grundwelle und der zusammengesetzten Wellenform entsprechenden Werte des Übersetzungs- und Winkelfehlers auf 0,01% bzw. 1,5' genau überein.

2. Wenn man die Wellenform des Primärstromes durch Überlagerung einer dritten Harmonischen von 20% über die Grundwelle (spitze und abgeflachte Kurve) änderte, so ergab sich bei allen untersuchten Stromwandlern (mit Ausnahme der beiden absichtlich unzureichend bemessenen) eine Änderung des Übersetzungsfehlers von höchstens 0,05% und eine Änderung des Winkelfehlers von höchstens 2'.

3. Die mit der Silsbee-Stromwandler-Prüfeinrichtung gemessenen Fehlergrößen entsprechen der Grundwelle, wenn als Nullinstrument entweder ein auf die Grundfrequenz abgestimmtes Vibrationsgalvanometer oder ein fremderregtes Elektrodynamometer benutzt wird. [J. H. Park, Bull. Bur. Stand., Wash. 19 (1937) S. 517; 14 S., 5 Abb.] *Ggr.*

621. 314. 27. 025. 1 Die Einphasenspannung des Steuerumrichters. — Beim Steuerumrichter, welcher Drehstromnetze von 50 Hz mit Einphasennetzen von 16 $\frac{2}{3}$ Hz kuppelt, werden gleichzeitig zwei Gefäße in Gegenschaltung gesteuert. Hierdurch steht jedes Gefäß während einer vollen Periode von 16 $\frac{2}{3}$ Hz für den Stromfluß zur Verfügung; so ist es möglich, alle gewünschten Wirk- und Blindleistungen zu übertragen. Wenn das eine Gefäß als Gleichrichter arbeitet, wird das andere als Wechselrichter angesteuert und umgekehrt. Beide Richtungen der Leistungsübertragung, sei es vom Drehstromnetz ins Einphasennetz oder im entgegengesetzten Sinne, werden so erfaßt. Die Aufeinanderfolge der Zündpunkte eines Gefäßes ist gegenüber der des anderen um eine halbe Periode verschoben. Bei voller Aussteuerung beträgt die Brenndauer jeder Anode auf der ansteigenden Flanke der Sinuswelle $\pi/2 p$ Grad bei p -Phasenbetrieb und auf der fallenden Flanke π/p Grad. Bei Zwölffasenbetrieb sind dies 7,5° oder 15° bezogen auf 16 $\frac{2}{3}$ Hz.

Die Ermittlung der Grundwelle und der Oberwellen der Einphasenspannung beruht auf einem Verfahren, das die abschnittsweise Integration durch eine Summenbildung ersetzt. Hierdurch erhalten die Fourier-Koeffizienten trotz der Allgemeingültigkeit der Ausdrücke recht einfache Form. Der Scheitelpunkt der Grundwelle wird genau so groß wie der Mittelwert der Gleichspannung bei Gleichrichterbetrieb. Die Frequenzen und Größen der auftretenden Oberwellen sind lastabhängig. Bei rein kapazitiver Last ($\cos \varphi = 0$) treten die $(4k p + 1)$ -ten und die $(4k p - 1)$ -ten Harmonischen auf, also bei Zwölffasenbetrieb die 47., 49., 95., 97. usw. Bei $\cos \varphi = 0$ induktiv ist die Brenndauer der einzelnen Anoden doppelt so lang wie bei kapazitiver Last; infolgedessen tritt die $(2k p \pm 1)$ -te Oberwelle auf (23., 25., 47., 49., 71., 73. usw.). Bei rein ohm-

¹⁾ Vgl. Hilfsbuch „Aluminium-Freileitungen“, 4. Aufl., S. 89, Aluminium-Zentrale, Berlin 1937.

¹⁾ P. G. Agnew, Bull. Bur. Stand., Wash. 7 (1911) S. 470.

scher Last treten dieselben Frequenzen, jedoch in anderer Größe auf. Bei Zwölffphasenbetrieb und $\cos \varphi = 1$ beträgt die 23. Harmonische 3,8% der Grundwelle, die 25. Harmonische 4,5%. Die Glättung der Einphasenspannung bedarf daher nur geringer Siebkreise. [O. Schiele, Arch. Elektrotechn. 32 (1938) H. 2, S. 102; 11½ S., 10 Abb.]

Lichttechnik.

546. 294 +. 295. 002. 2 : 621. 326. 72 **Die industrielle Herstellung von Krypton und Xenon für Glühlampen.** — Die günstigen Eigenschaften von Krypton und Xenon als Füllgase für Glühlampen sind bereits seit längerer Zeit bekannt. Man konnte jedoch zunächst nicht an die Verwendung dieser Gase für Glühlampen denken, da man annahm, daß die Luft nur $5 \cdot 10^{-6} \%$ Krypton und $5,9 \cdot 10^{-7} \%$ Xenon enthält. Spätere Untersuchungen zeigten, daß diese Annahme falsch war und daß die Luft ungefähr 20mal mehr Krypton und etwa 15mal mehr Xenon enthält, als man ursprünglich vermutet hatte. Beide Edelgase wurden zunächst als Abfallprodukte bei der Herstellung von flüssigem Stickstoff und Sauerstoff gewonnen. Die hierbei anfallenden Mengen waren jedoch keineswegs ausreichend, um Lampen mit Kryptonfüllung in größeren Mengen herzustellen. Um Krypton und Xenon in ausreichender Menge zu gewinnen, wurde folgendes Verfahren ausgearbeitet.

Luft, die bis auf den Taupunkt gekühlt ist, wird von unten in einen Gegenstromapparat eingeleitet, dem von oben eine kleine Menge flüssiger Luft zugeführt wird. Da bei der Temperatur der verflüssigten Luft und bei Atmosphärendruck die Dampfspannung des Kryptons etwa 5 Torr beträgt, geht der größte Teil des in der noch nicht flüssigen Luft enthaltenen Kryptons in die flüssige Luft über. Die so mit Krypton angereicherte flüssige Luft fließt in einen zweiten Zylinder, auf dessen Boden sich in Form einer Heizschlange angeordnete Röhren befinden. In diese wird stark komprimierte und abgekühlte Luft eingeleitet; sie entspannt sich in den Röhren, verflüssigt sich und gibt dabei Wärme an die sie umspülende mit Krypton angereicherte Luft ab. Hierbei fängt die Flüssigkeit an zu kochen und Sauerstoff verdampft, so daß eine weitere Anreicherung des Kryptons stattfindet. Dieser Vorgang wiederholt sich dann in einem dritten Zylinder. Eine weitere Anreicherung auf diese Weise wird nicht vorgenommen, um zu vermeiden, daß die Kohlenwasserstoffe mit dem Sauerstoff eine entflammbare Mischung ergeben. Die aus dem dritten Zylinder austretende flüssige Luft (10 bis 15 m³/h) enthält etwa 3 bis 5% schwerer Gase. Sie wird von Kohlenwasserstoffen, Wasser und den letzten Spuren des Sauerstoffes befreit. Schließlich findet eine Kondensation im flüssigen Stickstoff statt. Durch Verdampfen wird nunmehr reines Krypton und Xenon frei. [Génie civ. 111 (1937) S. 350; 1½ S., 2 Abb.] M. W.

Verkehrstechnik.

621. 331. (44) **Elektrisierung der Bahnen Paris—Orléans—Midi.** — Der technische Leiter dieser Bahnen gab in einem Vortrage in London einen Überblick über die Elektrisierung, die seit der Vereinigung der Bahn Paris—Orléans mit der Südbahn im Jahre 1934 nach einheitlichen Gesichtspunkten beschleunigt fortgeführt wurde. Heute sind insgesamt 2518 km, das sind 22% der gesamten Streckenlänge, mit Gleichstrom von 1500 V elektrisiert. Die bereits durchgeführten und geplanten Elektrisierungen gehen aus Abb. 2 hervor. Im nächsten Jahre wird durchgehender elektrischer Betrieb zwischen Paris und Irun an der span. Grenze möglich sein. Im Jahre 1936 wurden 470 Mill kWh elektrischer Energie verbraucht, die zum größten Teil in bahneigenen Wasserkraftwerken erzeugt wurden. Diese Kraftwerke liefern auch an das allgemeine Netz und erzeugen daher Drehstrom von 50 Hz. Als Übertragungsspannung zu den Bahnunterwerken wird 60 oder 90 kV verwendet. Die meist mit gittergesteuerten Gleichrichtern ausgerüsteten Unterwerke haben im Durchschnitt einen Abstand von 20 bis 25 km. Ihre Ein- und Ausschaltung erfolgt selbsttätig, wobei teils jedes vierte Unterwerk, teils je ein Umformersatz in jedem Unterwerk dauernd eingeschaltet bleiben. Es sind 638 elektrische Lokomotiven, darunter Schnellzuglokomotiven 2-Do-2 für 150 km/h Höchstgeschwindigkeit und Personen- und Güterzuglokomotiven Bo-Bo vorhanden, von denen die meisten Ausrüstungen für Nutzbremsung haben. Schnellzuglokomotiven der Bauart 2-Co-2 aus dem Jahre 1925 mit vertikalen Doppelmotoren und Kegelradübersetzung haben sich nicht bewährt. Die 162 Triebwagen werden in Zügeinheiten aus je 1 Trieb- und 2 Beiwagen

im Pariser Vorortverkehr eingesetzt. An Stelle der Einzelheizkörper für 1500 V soll in Zukunft Warmluftheizung mit zentraler Wagenheizbatterie eingeführt werden. Die Strecken in den Pyrenäen mit Steigungen bis zu 60‰, der Verkehr auf den Pariser Vorortstrecken und die Vergrößerung der Geschwindigkeiten und Zuggewichte haben die Elektrisierungen

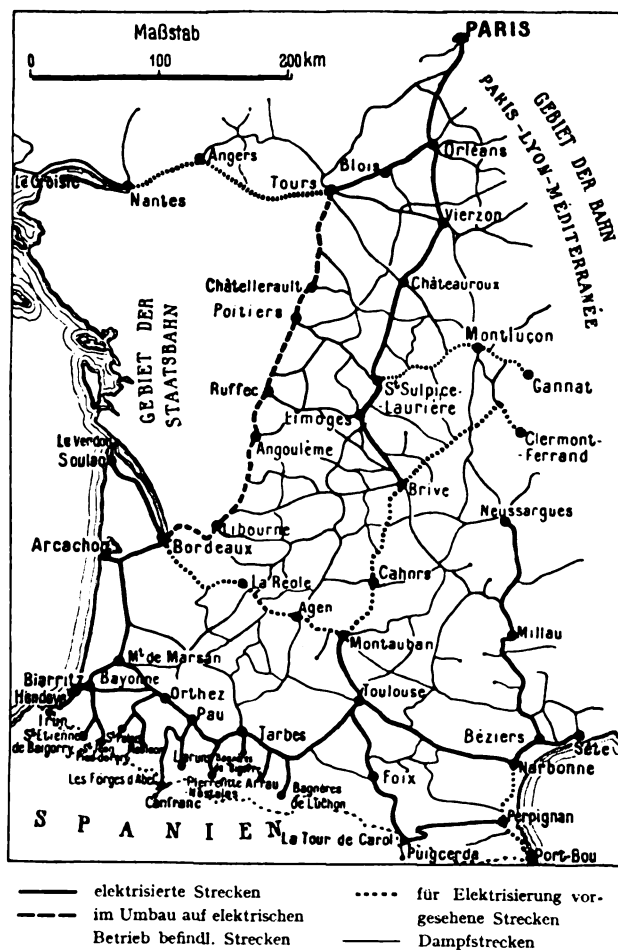


Abb. 2. Karte der Bahnen Paris—Orléans—Midi.

erforderlich gemacht. Auch in wirtschaftlicher Hinsicht stellen sie einen Erfolg dar, große Ersparnisse gegenüber dem Dampftrieb ergeben sich vor allem bei den Energie-, den Personal- und den Unterhaltungskosten. [A. Bachellery, Génie civ. 111 (1937) S. 450; 4 S., 1 Abb.] Du.

Fernmeldetechnik.

621. 396. 822 **Rundfunkstörungen durch Zwischenfrequenz-Empfänger.** — Die Radioinstallationskonzession in der Schweiz enthält u. a. eine Bestimmung, wonach die Inbetriebsetzung störender Empfänger verboten wird. In diesem Zusammenhang behandeln die Verfasser die Entstehung und Messung von Störschwingungen, die vom Zwischenfrequenzempfänger über die Empfangskreise und Netzzuführungsleitungen nach außen dringen und auf diese Weise benachbarte Empfangsanlagen zu beeinflussen vermögen. Neben der Raumladungskopplung im Mischrohr des Empfängers werden kapazitive und induktive Kopplungen zwischen Überlagerer einerseits und Antenne bzw. Netzleitungen andererseits als Hauptursache festgestellt. Mangelhafte Abschirmung der Schwingungskreise des Oszillators kann außerdem Spannungen zwischen Chassis und Erde sowie Störströme innerhalb der Grundplatte erzeugen, die sich nach außen übertragen können. Zur Messung wird Antenne und Netzteil durch bestimmte Nachbildungen ersetzt, sowie die Empfänger-Erdkapazität nach den Angaben des CISPR¹⁾ bemessen. Die in der Ersatzantenne und dem Netzabschluß gemessenen Werte der Störspannung geben einen Maß-

¹⁾ Comité International Spécial des Perturbations Radiophoniques.

stab für die Störfähigkeit eines Zwischenfrequenzempfängers. Es ist gelungen, ohne baulichen Mehraufwand für fast sämtliche untersuchten Geräte auf Störspannungswerte unter $100 \mu\text{V}$ zu kommen, wodurch ein schwachstörender Empfänger gekennzeichnet werden kann. Diese Grenze wird auch mit Rücksicht auf die Wirtschaftlichkeit der Entstörungsmaßnahmen gezogen werden müssen. Der Raumladekopplung begegnet man schon beim Röhrenbau durch eine Gegenkopplung und durch Vergrößerung der Übertragungsdämpfung zwischen Mischgitter und Antennenklemme. Sinngemäßes Abschirmen der Schwingkreise des Überlagersers sowie des Empfängerchassis ist erforderlich. Störströme in dessen Metallteilen werden durch Vereinigung sämtlicher Anschlüsse in einem einzigen Punkt vermieden. [W. Gerber u. A. Werthmüller, Techn. Mitt. schweiz. Telegr.-Teleph.-Verw. 15 (1937) S. 169; 2 S., 3 Abb.] Cd.

621. 318. 4. 029. 6. 004. 12 Der Gütefaktor von Kurzwellenspulen. — Mit Gütefaktor einer Spule wird der $\pi/2$ -fache Wert des Verhältnisses von Nutzenergie zur Verlustenergie in einer Spule bezeichnet. Er ermöglicht eine zusammenfassende Beurteilung einer beliebigen Spule. Im einzelnen wird seine Größe durch eine ganze Reihe von Faktoren bestimmt, die sich mehr oder weniger stark bemerkbar machen können. Im wesentlichen sind es metallische und dielektrische Verluste. Bei den ersteren überwiegen die Verluste durch den ohmschen Eigenwiderstand, der bei Ultrakurzwellen infolge der Stromverdrängung den 10- bis 20fachen Wert des Gleichstromwiderstands erreicht. Diese Widerstandserhöhung ist direkt proportional der Drahtstärke und der Wurzel aus der Frequenz. Es läßt sich zeigen, daß bei konstantem Spulenformfaktor (Spulenlänge/Spulendurchmesser) und konstantem Wicklungsraumfaktor (Drahtdurchmesser/Ganghöhe) bei einer einlagigen Spule infolge der Stromverdrängung das Verhältnis von Induktivität zum Wirkwiderstand der Spulengröße direkt proportional und unabhängig von der Windungszahl wird. Durch die Aufspulung eines geraden Leiters wird der Stromverdrängungseffekt noch erhöht. Dieser Spuleneffekt, also das Verhältnis der ohmschen Widerstände einer Spule zu dem eines geraden Leiters gleicher Länge schwankt bei Rundfunkspulen zwischen 1,5 und 6. Das Verhältnis steigt quadratisch mit dem Wicklungsraumfaktor, hängt aber auch in unübersichtlicher Weise von der Spulengröße und der Windungszahl ab. Als weitere ohmsche Verluste wirken Strahlungs- und Dämpfungsverluste durch Wirbelströme in benachbarten Metallteilen, wie Abschirmblechen u. dgl. Die Dämpfungsverluste können vernachlässigt werden, wenn die notwendigen Abschirmungen in genügender Entfernung (Abstand größer als ein Spulendurchmesser) angeordnet werden. Ebenfalls noch zu vernachlässigen sind Strahlungsverluste von Kurzwellenspulen bei günstigem Spulenaufbau. Die dielektrischen Verluste einer Spule spielen nur eine Rolle im Eigenresonanzgebiet der Spule. Im allgemeinen arbeitet die Spule weit entfernt von der Eigenresonanz, so daß bei Verwendung verlustarmer und möglichst kleiner Spulenkörper diese Verluste bei geschicktem Aufbau ebenfalls fast zu vermeiden sind. Dagegen sind sie bei Kondensatoren im Gebiet sehr hoher Frequenzen sehr zu beachten. Da die dielektrischen Verluste einen anderen Frequenzgang haben als die ohmschen Verluste (bei Vernachlässigung der Strahlungsverluste) können die beiden Komponenten durch Messungen bei verschiedenen Frequenzen voneinander getrennt werden. Solche Messungen, die auf einem Vergleich mit bekannten ohmschen Widerständen beruhen, wurden an verschiedenen Kurzwellenspulen zur Bestätigung durchgeführt.

Der Gütefaktor einer Spule ist demnach nahezu proportional dem Spulendurchmesser. Der günstigste Formfaktor liegt in der Nähe von 1, und das günstigste Wicklungsraumverhältnis etwa bei 0,7. Der Gütefaktor guter Kurzwellenspulen beträgt etwa 200 bis 300 und derjenige eines Kurzwellenabstimmkreises etwa 300 bis 400. [P. C. Michel, Gen. Electr. Rev. 40 (1937) S. 476; 5 S., 2 Abb.] Grs.

Theoretische Elektrotechnik.

537. 523. 3 : 621. 3. 024 Die Gesetze der Koronakennlinien bei Gleichspannung. — Auf Grund der vom Verfasser gefundenen linearen Abhängigkeit des Koronaleitwertes von der Spannung bei Zylinderfeldern¹⁾ werden auf mathe-

matischem Wege die Eigenschaften der drei Koronakennlinien abgeleitet. Unter einer Koronakennlinie wird dabei eine den Koronaentladevorgang kennzeichnende Kurve verstanden, die den Zusammenhang zwischen Leitwert, Strom und Verlust einerseits und der Spannung andererseits vermittelt. Es zeigt sich, daß die Leitwertkennlinie stets eine Gerade, die Stromkennlinie eine Parabel und die Verlustkennlinie eine kubische Parabel darstellen. Die Anstiege der drei Kennlinien in der Nähe der Anfangsspannung sind immer endlich, d. h. eine Verlustkennlinie kann für den Entladungsbeginn niemals eine Horizontaltangente haben. Die Verluste sind dem Spannungsausdruck $U^2 (U - U_d)$ proportional, wenn U_d die Anfangsspannung bedeutet. Weiter wird gezeigt, in welcher Weise sich der Verlauf der Kennlinien auf graphischem Wege ermitteln läßt. So kann beispielsweise die Stromkennlinie durch eine Parallelverschiebung an ihrer Spiegelung dargestellt werden. In ähnlicher Weise läßt sich die Verlustkennlinie graphisch bestimmen.

Für die Berechnung von Übertragungsleitungen wird aus der Verlustkennlinie eine Verhältnisgleichung von der Form

$$\frac{N}{N_z} = \left(\frac{U}{U_d}\right)^2 \cdot \left(\frac{U}{U_d} - 1\right)$$

dargestellt, wobei N die bei der Spannung U auftretenden Koronaverluste und U_d die Anfangsspannung der Leiteranordnung sind. Für die Verlustziffer N_z wird

$$N_z = \lambda \left(\frac{U_d}{10}\right)^3 \text{ in kW/100 km,}$$

wenn die Größe λ den sogenannten Leitwertanstieg, also den Leitwertzuwachs je kV Spannungszunahme, bildet. Die Anwendung der abgeleiteten Beziehungen wird durch Tafeln und Beispiele eingehend erläutert. [H. Prinz, Arch. Elektrotechn. 32 (1938) H. 2, S. 114; 10 S., 9 Abb.]

Physik.

537. 56 : 537. 543 Zerstörung von Elektronenraumladungen durch positive Trägerstrahlen. — Der zwischen Glühdraht und Anode im Hochvakuum fließende Strom steigt an, wenn man etwas Gas in das Gefäß eintreten läßt. Im Gas werden von einer gewissen Anodenspannung an Elektrizitätsträger gebildet, welche die den Glühdraht umgebende negative Raumladung teilweise kompensieren. Um den bisher unbekannten Mechanismus dieser Raumladungszerstörung aufzuklären, erzeugt R. Kienzle die wirksamen positiven Träger nicht sekundär im Raum zwischen Glühdraht und Anode, sondern außerhalb durch eine Glühnode und schießt sie in bestimmter Menge, Geschwindigkeit und Richtung in das Raumladungsgebiet. Die Versuche zeigen zunächst, daß die Vergrößerung des Elektronenstroms beträchtlich größer ist als der Trägerstrom. Mit wachsender Anodenspannung steigt der Effekt zunächst, erreicht ein Maximum und fällt schließlich bis auf Null. Dies ist dann der Fall, wenn der Elektronenstrom Sättigung erreicht, eine Begrenzung durch Raumladung also nicht mehr vorhanden ist. Fällt der Trägerstrom senkrecht zum Glühdraht ein, so ist der Effekt wesentlich größer als bei parallelem Einfall, da die Träger dann bis in das Gebiet der größten Raumladung vordringen können. Dies Ergebnis zeigt, daß tatsächlich die einfallenden Träger die Wirkung hervorrufen und nicht etwa sekundär von ihnen im Gasrest der Röhre gebildete langsame Träger. Mit wachsender Trägerzahl nimmt der Effekt zu und erreicht einen durch die Größe der ursprünglichen Raumladung begrenzten Endwert. Diese Beobachtungen lassen sich rein statisch erklären; die positive Trägerstrahlung setzt die negative Raumladung herab, verringert das Potentialminimum und bewirkt dadurch das Ansteigen des Elektronenstroms. Mit wachsender Geschwindigkeit der Träger müßte der Effekt dann abnehmen, da die Verweildauer der Träger kleiner wird. Die Beobachtung zeigt aber eine Zunahme, so daß nicht nur die Ladung, sondern auch die Energie der Träger eine Rolle spielen muß. [R. Kienzle, Ann. Phys., Lpz. 30 (1937) S. 401; 19 S., 11 Abb.] Br.

¹⁾ H. Prinz, Die Gleichspannungskorona, Dissertation T.H. München 1935.

AUS ERZEUGUNG UND VERBRAUCH.

Zur Statistik der deutschen Elektrizitätswirtschaft.

Von Bruno Thierbach, Berlin.

Das Statistische Reichsamt zu Berlin behandelt die deutsche Elektrizitätswirtschaft während eines Zeitraumes von 12 Jahren, vom Jahr 1925 bis 1936. Die ersten Erhebungen fanden 1925 statt und wurden in der vom Statistischen Reichsamt herausgegebenen Zeitschrift „Wirt-

fassung nach Wirtschaftsgebieten erfaßte zunächst nur 75 bis 80 % der gesamten Stromerzeugung; erst seit 1932 wird die Stromerzeugung des Deutschen Reiches zu 100 % erfaßt und, nach Wirtschaftsgebieten geordnet, veröffentlicht. In der ETZ wurden von H. von Renesse die

Veröffentlichungen des Statistischen Reichsamtes in mehreren Aufsätzen²⁾ behandelt und mit Zahlenaufstellungen und Bildskizzen ausgestattet. In Fortsetzung und Ergänzung dieser Arbeiten sollen nun fortlaufend die inzwischen erschienenen weiteren Jahrgänge behandelt werden und zunächst ein Gesamtüberblick über die Zeit von Anbeginn der ersten amtlichen Veröffentlichung für das Jahr 1925 bis zum Jahr 1936 gegeben werden³⁾, wobei die Zusammenfassung nach Wirtschaftsgebieten ebenfalls berücksichtigt und besprochen wird. Von der Bildskizze für die Provinzen und Länder muß aus Rummangel Abstand genommen werden; es werden nur die auch dem Statistischen Reichsamt wichtig scheinenden Wirtschaftsgruppen bildlich dargestellt. Ein solcher zusammenfassender Überblick über den ganzen Zeitraum von 1925 bis 1936 erscheint notwendig, da in ihm die neuesten Abänderungen der nunmehr gleichbleibenden Veröffentlichungen des Statistischen Reichsamtes aufgenommen sind, und die gebrachten Bilder und Tafeln den Grundstock für alle folgenden Betrachtungen bilden.

In den nachstehenden Ausführungen wird die Gesamtstromerzeugung und die gesamte Leistungsfähigkeit der Stromerzeuger behandelt. Zur deutlichen Übersicht werden die Zahlentafeln 1 a und 1 b und eine Abb. 1 beigefügt.

Die Zahlentafeln 1 a und 1 b sind geteilt und geben auf der linken Seite die Stromerzeugung in Mill bzw. Mrd kWh an, während die rechte Seite die installierten Leistungsfähigkeiten in 1000 kW angibt. Die Zahlentafel 1 a zeigt die Landesteile bzw. Länder in der vom

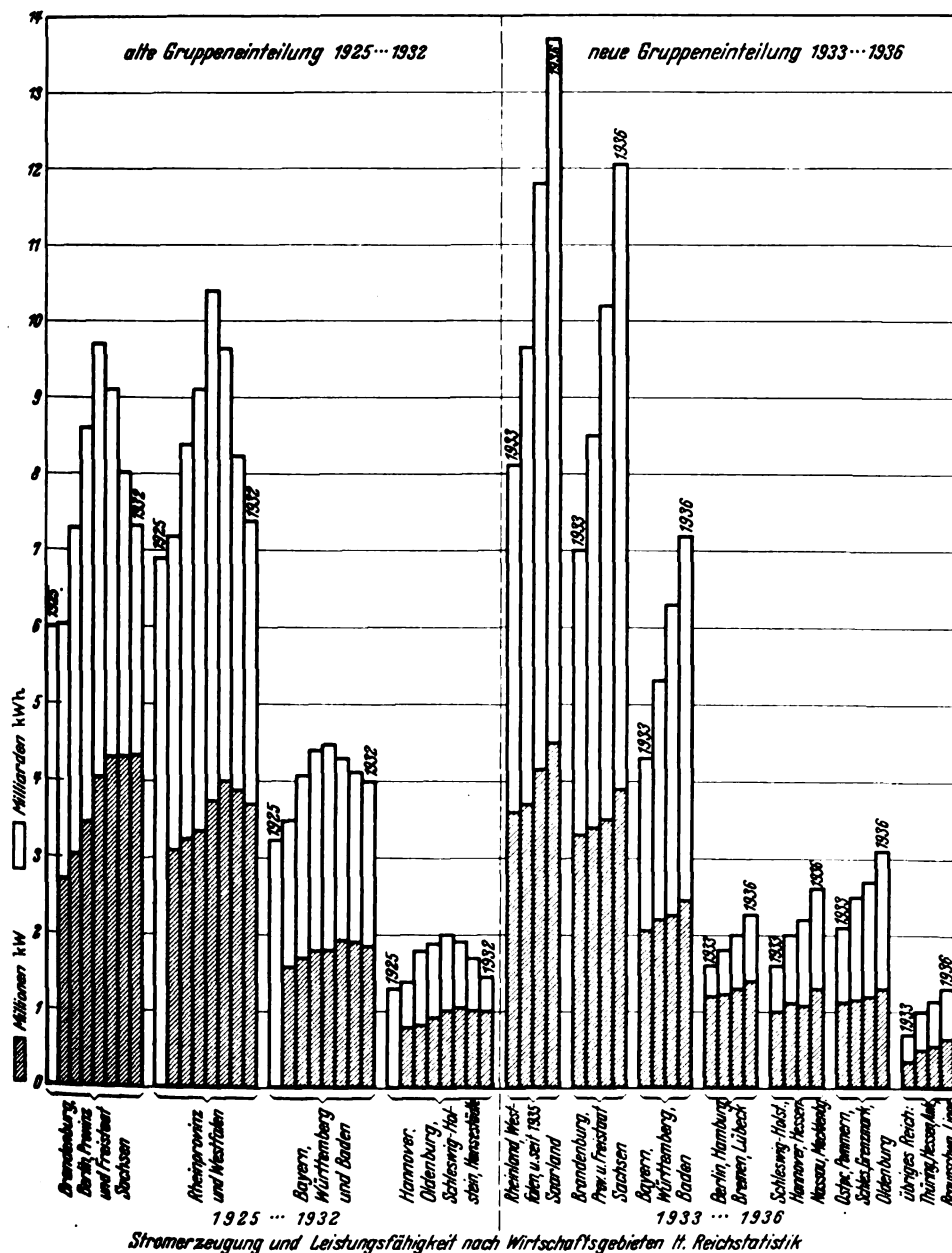


Abb. 1.

schaft und Statistik“ zum ersten Male veröffentlicht¹⁾. Dieser ersten Bekanntgabe für das Jahr 1925 folgten die weiteren Jahre bis 1936 in ungleichen Abständen. Die schematische Zusammenstellung nach Provinzen und Ländern ist mehrere Male geändert worden; die Zusammen-

auf der linken Seite die Stromerzeugung in Mill bzw. Mrd kWh an, während die rechte Seite die installierten Leistungsfähigkeiten in 1000 kW angibt. Die Zahlentafel 1 a zeigt die Landesteile bzw. Länder in der vom

¹⁾ Wirtsch. u. Statist. 7 (1927) S. 578.

²⁾ ETZ 53 (1932) S. 1035, 1172 u. 1222; 55 (1934) S. 1246.

³⁾ Wirtsch. u. Statist. 17 (1937) S. 930.

Statistischen Reichsamt angegebenen Anordnung, und ebenso sind bei der Zahlentafel 1 b die Wirtschaftsgebiete nach der gleichen Anordnung aufgeführt. Für die Zahlentafel 1 b ist zur augenfälligen Darstellung die Abb. 1 beigefügt; die Jahresstrommengen in hellen, leeren Stäben

sowie die zeitlich entsprechenden Leistungsfähigkeiten (als Ausfüllung des unteren Teiles dieser Stäbe) ermöglichen den Vergleich beider Zahlen leicht. Die Nebeneinanderstellung der laufenden Jahre gibt ein genaues Bild für das Steigen und Fallen der Stromwirtschaft.

621. 311. 1. 003. 1 (54) **Die Elektrizitätswirtschaft Niederländisch-Indiens¹⁾**. — Wenn auch das Jahr 1936 wie sein Vorgänger eine sehr erhebliche Erweiterung der Erzeugung und des Verbrauchs elektrischer Arbeit in Niederländisch-Indien nicht gebracht hat, so weisen nach dem Jahresbericht der Abteilung Elektrizitätswesen des Departement van Verkeer en Waterstaat 1936 doch einige Gebiete (Zahlentafel 1) gegen

STATISTISCHE MITTEILUNGEN (Mitgeteilt von der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.)

Deutscher Elektroausfuhrhandel 1937. — Die deutsche Elektroausfuhr betrug 1937 328 Mill RM und liegt damit fast 62 Mill RM oder 23 % über dem Ergebnis von 1936 und fast 95 Mill RM oder 40 % über dem Ergebnis von 1935. Mit Aus-

Zahlentafel 1. Betriebszahlen der niederländisch-indischen Kraftwerke*).

Gebiete	Erzeugung 1000 kWh		Absatz 1000 kWh		Eigenverbrauch, Verluste %		Spitzenlast 1000 kW		Belastungsfaktor %	
	1936	1935	1936	1935	1936	1935	1936	1935	1936	1935
Westjava	52 489	46 264	49 319	43 220	6,0	6,8	11,8	10,7	50,5	49,1
Bandoengsche Hochebene	50 214	48 814	46 639	45 224	7,1	7,3	9,4	9,4	60,8	59,6
Madioen	4 261	3 795	3 817	3 339	10,4	12,0	1,0	0,7	50,3	61,7
Benkoeten	3 900	4 472	3 387	3 592	13,0	19,7	1,1	1,3	41,1	39,2
Summe:	110 864	103 345	103 162	95 375	—	—	—	—	—	—

*) Vgl. die Zahlentafel 1 in ETZ 56 (1935) S. 413.

1935 immerhin beachtliche Steigerungen auf. Diese betrugen in Westjava 13 bzw. 14, in Madioen 12 bzw. 14 %, während im Bezirk Benkoeten andererseits eine Verringerung um 13 bzw. 6 % zu verzeichnen ist. Insgesamt hat die Erzeugung im Vergleich mit dem Vorjahr um rd. 7,5 Mill kWh (7 %), der Absatz um rd. 7,8 Mill kWh (8 %) zugenommen. Die Verluste (Transformatoren und Netze) stellten sich auf rd. 7 % der Erzeugung und der mittlere Preis der verkauften Arbeit auf etwas über 4 Rp/kWh. Die Industrie konnte ihre Bezüge infolge der Geschäftsbelebung und der Einführung zweckentsprechender Tarife erhöhen. Um aber im Interesse dieser besonders wichtigen Abnehmergruppe weitere Fortschritte zu erzielen, ist im Anschluß an eine von der Regierung veranlaßte Studienreise nach Japan eine Kommission gebildet worden, die sich mit der künftigen Belieferung von Kraftbetrieben gutachtlich befassen soll. Von den Verteilungsgesellschaften wurden Pläne für neue Anlagen entworfen, deren Notwendigkeit aus der Tatsache erhellt, daß z. Z. erst etwa 1,5 % der Gesamtbevölkerung in elektrisch beleuchteten Häusern wohnen. Überdies sind für den Kleinverbrauch, dessen Rückgang am Jahresende zum Stillstand gekommen war, Sondertarife vorgesehen, unter deren Wirkung die Lichtkosten dann vorwiegend nur durch die Glühlampenpreise bestimmt werden.

/m.

621. 311. 1 (063) (498) **VI. Kongreß des Verbandes der Erzeuger und Verteiler elektrischer Energie in Rumänien (APDE)**. — Vom 2. bis 4. 10. 1937 hat die APDE in Cernauti-Czernowitz unter dem Vorsitz des Arbeitsministers ihren diesjährigen Kongreß abgehalten. Der Präsident der APDE, Stefanescu-Radu, wies bei dieser Gelegenheit auf die schwierige Lage der Elektrizitätswerke hin, die besonders durch die fortgesetzte Steigerung der Werkstoffpreise, der Transportkosten, der Steuern usw. verursacht worden sei und hob die Notwendigkeit einer Erhöhung der Strompreise hervor. Wesentliche Punkte der Beratungen bildeten: Berichte über die ländliche Elektrisierung, ferner die geplanten Vorschriften über die Untersuchung und Prüfung von elektrischen Werkstoffen sowie über die Überwachung der elektrischen Installationen und die Zulassung von Installateuren; außerdem lagen Berichte vor über Tarife und Werbung und über die Verteuerung der Werkstoffe. Ein weiterer wichtiger Punkt war der Plan über die Festsetzung der Gesteungskosten elektrischer Energie. Die Beratungen über die Änderung des Energiegesetzes konnten zu keinem endgültigen Abschluß gebracht werden. Schließlich wurde über die Untersuchung von rumänischen Transformatoren und Turbinenölen sowie über das Ergebnis der Prüfungen von den in Rumänien erzeugten Glühlampen u. a. m. berichtet. Mit einem Vortrag über die graphische Darstellung der Schein-, Wirk- und Blindleistung fand der Kongreß seinen Abschluß.

T.h.s.

nahme der Gruppen Sicherungs- und Signalapparate und Elektrokarren sind sämtliche Warengruppen (Zahlentafel 3) an der Ausfuhrzunahme beteiligt, und zwar betrug die Zunahme von Januar bis September rd. 100 % bei Bogenlampen, Scheinwerfern und der kleinen Gruppe der Isolationsgegenstände aus Asbest, 40 % und mehr bei Magnetzündapparaten und Automobilzubehör, galvanischen Elementen, Isolierrohr, Porzellanisolatoren, 30 bis 37 % bei Kabeln, Koch- und Heizapparaten, 22 bis 25 % bei Maschinen, isoliertem Draht und Kohle für die Elektrotechnik. Bei Glühlampen, Telegraphie und Telephonie mit und ohne Draht und der Sammelposition der Schaltapparate und nicht besonders benannten Vorrichtungen wurde eine Zunahme von 18 bis 20 % erzielt und damit die Gesamtzunahme von 23 % fast erreicht, während in den übrigen Gruppen nur geringe Zunahmen eingetreten sind. Genannt seien hierunter noch Elektromedizin und Akkumulatoren mit einer Zunahme von 13 %. Die Entwicklung der Ausfuhr nach den einzelnen Ländern ist aus Zahlentafel 4 zu ersehen. Auch hier ist die schon für Januar bis September zu verzeichnende Bewegung fortgesetzt worden. Europa hat insgesamt 21 %, Übersee 31 % mehr als im Vorjahr aufgenommen, in Europa liegen wieder die größten Steigerungen bei den Südoststaaten sowie in Ost- und Nordeuropa. Weniger als die Gesamtzunahme (13 bis 20 %) betrug die Steigerung nach den Niederlanden, Norwegen, der Schweiz, der Tschechoslowakei, Estland. Fast unverändert blieb die Ausfuhr nach Italien (+ 2,4 %), rückläufig war sie nach Frankreich, Portugal, Lettland sowie nach Spanien und der UdSSR. Die Einfuhr (Zahlentafel 2 u. 3) betrug 19,6 Mill RM, von denen über ¾ auf die drei Gruppen Drahtlose Telegraphie und Telephonie, Glühlampen und Kabel und Draht entfallen. Hauptlieferländer waren wieder die Niederlande, Ungarn, Belgien, Österreich und die Schweiz mit 85 % Anteil an der deutschen Gesamt-Elektroeinfuhr.

Zahlentafel 2. Deutsche Elektroeinfuhr nach Ländern.

Herkunftsländer ¹⁾	1935 1936 1937			Anteil an der Gesamt-Elektroeinfuhr		
	1000RM	1000RM	1000RM	1935 %	1936 %	1937 %
Niederlande	6 444	4 345	7 610	31,1	23,9	38,8
Ungarn	3 293	3 770	4 180	15,9	20,8	21,4
Belgien-Luxemburg	1 141	1 573	2 039	5,5	8,7	10,4
Österreich	1 536	1 520	1 537	7,4	8,4	7,8
Schweiz	2 019	2 059	1 270	9,8	11,3	6,5
Großbritannien	759	939	656	3,7	5,2	3,3
Schweden	546	543	619	2,7	3,0	3,2
Tschechoslowakei	641	506	604	3,1	2,8	3,1
V. S. Amerika	1 074	374	338	5,2	2,1	1,7
Dänemark	732	561	301	3,5	3,1	1,5
Frankreich	696	636	203	3,4	3,5	1,1
Italien	409	294	166	2,0	1,6	0,8
Norwegen	257	202	68	1,2	1,1	0,3
sonstige Länder	1 149	835	16	5,5	4,5	0,1
	20 696	18 157	19 607	100	100	100

¹⁾ Vgl. ETZ 58 (1937) S. 137.

¹⁾ Geordnet nach der Größe der Einfuhr 1937

Zahlentafel 3. Deutscher Elektroaußenhandel nach Warengruppen.

Pos.	Gegenstand	Ausfuhr			Anteil an der Gesamt-Elektroausfuhr			Einfuhr			Anteil an der Gesamt-Elektroeinfuhr		
		1935 1000 RM	1936 1000 RM	1937 1000 RM	1935 %	1936 %	1937 %	1935 1000 RM	1936 1000 RM	1937 1000 RM	1935 %	1936 %	1937 %
907 a	Lichtmaschinen, Lichtzündmaschinen usw.	2 575	2 925	3 443	1,1	1,1	1,0	58	46	4	0,3	0,3	0,0
b-g	elektr. Maschinen	24 509	30 559	38 050	10,5	11,5	11,6	1 966	1 494	1 337	9,5	8,2	6,8
h	Anker, Kollektoren ¹⁾	2 476	2 881	3 273	1,1	1,1	1,0	128	54	9	0,6	0,3	0,1
	zusammen Maschinen	29 560	36 365	44 766	12,7	13,7	13,6	2 152	1 594	1 350	10,4	8,8	6,9
908 a, b	Akkumulatoren	2 968	3 170	3 602	1,3	1,2	1,1	201	35	76	1,0	0,2	0,3
909	Kabel	11 616	16 288	22 304	5,0	6,1	6,8	928	1 047	1 890	4,5	5,8	9,6
890 a	Isolierter Draht für die Elektrotechnik	11 540	13 868	17 219	4,9	5,2	5,3	274	515	1 018	1,3	2,8	5,2
ex 871 a	Lack- (Email-) Draht ²⁾			1 319			0,4						
	zusammen Kabel u. Draht	23 156	30 156	40 842	9,9	11,3	12,5	1 202	1 562	2 908	5,8	8,6	14,8
910 a-c	Bogenlampen, Scheinwerfer usw.	894	2 192	4 409	0,4	0,8	1,3	100	43	49	0,5	0,2	0,2
911 a, b	Glühlampen	9 624	9 132	10 897	4,1	3,4	3,3	3 948	4 147	4 365	19,1	22,8	22,3
912 A 1, 2	Telegraphie u. Telephonie mit Draht	15 941	15 420	18 176	6,8	5,8	5,5	422	304	151	2,0	1,7	0,8
A 3	Drahtlose Telegraphie u. Telephonie	26 634	27 945	33 587	11,4	10,5	10,2	6 436	5 221	7 921	31,1	28,8	40,4
A 4	Meß-, Zähl- u. Registriervorrichtungen	18 692	21 229	22 151	8,0	8,0	6,8	1 002	1 162	721	4,9	6,4	3,7
B, C	Koch- u. Heizapparate einschl. Bügeleisen	7 022	7 588	10 270	3,0	2,9	3,1	180	145	37	0,9	0,8	0,2
D	Röntgenröhren	2 913	2 948	2 969	1,2	1,1	0,9	251	327	—	1,2	1,8	—
E	Magnetzündapparate usw., Zubehör für Motorfahrzeuge	9 720	11 067	15 447	4,2	4,2	4,7	382	212	123	1,9	1,2	0,6
F 1	Sicherungs- u. Signalapparate, Läutewerke	3 627	5 170	3 959	1,6	1,9	1,2	68	43	3	0,3	0,2	0,0
F 2	Schaltapparate, nicht bes. benannte Vorrichtungen für Beleuchtung, Kraftübertragung usw.	52 293	59 447	70 496	22,4	22,3	21,5	2 919	2 111	1 134	14,1	11,6	5,8
F 3	Elektronedizin	11 208	12 627	14 254	4,8	4,7	4,3	501	561	81	2,4	3,1	0,4
F 4	galvanische Elemente	2 035	2 495	3 600	0,9	0,9	1,1	10	12	2	0,0	0,1	0,0
F 5	Isolationsgegenstände aus Porzellan ³⁾							4	—	—	0,0	—	—
F 6	Isolationsgegenstände aus Asbest, Glimmer usw.	270	297	595	0,1	0,1	0,2	1	—	—	0,0	—	—
F 7	Isolierrohre f. el. Leitungen aus Papier oder Pappe in Verb. m. unedlem Metall (Bergmannrohr ⁴⁾)	1 295	1 214	1 745	0,6	0,5	0,5						
795 a, b	anderes Isolierrohr (Stahl-, Peschel-, Schlitzrohr ⁴⁾)	2 126	2 010	3 232	0,9	0,8	1,0						
648 a-e	Kohle für die Elektrotechnik	8 761	10 361	12 595	3,8	3,9	3,9	314	295	375	1,5	1,6	2,0
733 a	Porzellanisolatoren	1 794	1 713	2 511	0,8	0,6	0,8	1	—	—	0,0	—	—
906 D 15	Staubsauger	2 542	3 358	3 520	1,1	1,3	1,1	574	359	258	2,8	2,0	1,3
915 b 5	Elektrokaren ³⁾	114	314	279	0,0	0,1	0,1						
783 c, 799 c	Teile von Masch. u. Erzeugn. der Nr. 907a bis 911b aus schmelzbarem und nicht schmelzbarem Guß ⁴⁾							28	24	53	0,1	0,1	0,3
	Versch. Erzeugnisse (Kühlschränke, Werkzeuge ³⁾)			4 080			1,3						
	unvollständig angemeldet	31	19	—	0,0	0,0	—						
	Insgesamt	233 220	266 237	327 982	100	100	100	20 696	18 157	19 607	100	100	100

¹⁾ Ausfuhr: Auch andere Teile von el. Masch. usw. ²⁾ Erst seit 1937 getrennt ausgewiesen. ³⁾ Nur für die Ausfuhr. ⁴⁾ Nur für die Einfuhr.

Zahlentafel 4. Deutsche Elektroausfuhr 1937 nach Ländern.

	1935			Anteil an der Gesamt-Elektroausfuhr				1935			Anteil an der Gesamt-Elektroausfuhr		
	1000RM	1000RM	1000RM	1935 %	1936 %	1937 %		1000RM	1000RM	1000RM	1935 %	1936 %	1937 %
Europa	181 596	199 576	241 071	77,9	75,0	73,5	Nach wichtigen Ländern in Übersee ²⁾ :						
Amerika	24 131	30 402	41 663	10,4	11,4	12,7	Argentinien	8 226	9 103	13 075	3,5	3,4	4,0
Asien	19 483	25 966	31 367	8,3	9,7	9,6	Brasilien	5 859	6 396	9 645	2,5	2,4	2,9
Afrika	6 410	8 185	10 358	2,7	3,1	3,1	Chile	2 036	2 982	4 636	0,9	1,1	1,4
Australien	1 562	2 078	3 501	0,7	0,8	1,1	V.S.Amerika	1 673	2 426	2 723	0,7	0,9	0,8
nicht ermittelt	38	30	22	0,0	0,0	0,0	Mexiko	1 827	2 140	2 703	0,8	0,8	0,8
							Uruguay	1 358	2 136	2 540	0,6	0,8	0,8
Insgesamt	233 220	266 237	327 982	100	100	100	Peru	742	1 789	1 770	0,3	0,7	0,5
Nach wichtigen Ländern in Europa ¹⁾ :							Columbien	1 243	1 229	1 229	0,3	0,5	0,4
Schweden	19 269	22 176	28 612	8,3	8,3	8,8	Venezuela	659	522	1 044	0,1	0,2	0,3
Niederlande	26 652	23 984	27 633	11,4	9,0	8,5	Canada	232	216	345	0,1	0,1	0,1
Großbritannien	11 638	12 908	16 363	5,0	4,9	5,0	Ecuador	292	313	268	0,1	0,1	0,1
Italien ³⁾	15 962	13 536	13 858	6,8	5,1	4,2	Guatemala	188	201	260	0,1	0,1	0,1
Belgien-Luxemburg	10 916	10 527	13 411	4,7	3,9	4,1	Salvador	90	122	233	0,0	0,0	0,1
Frankreich	13 498	13 055	12 742	5,8	4,9	3,9	Cuba	149	163	232	0,1	0,1	0,1
Finnland	5 507	7 918	12 253	2,4	3,0	3,7	Costarica	178	148	231	0,1	0,0	0,1
Rumänien	4 006	8 311	10 936	1,7	3,1	3,3	sonstige Gebiete in Amerika	329	502	729	0,2	0,2	0,2
Norwegen	8 054	9 520	10 742	3,4	3,6	3,3	China einschl. Hongkong und Mandschukuo	5 181	7 545	8 433	2,2	2,8	2,6
Schweiz	9 776	8 524	9 902	4,2	3,2	3,0	Brit.-Indien	5 175	6 691	8 371	2,2	2,5	2,6
Jugoslawien	2 472	4 286	9 332	1,1	1,6	2,9	Ndl.-Indien	2 436	3 244	4 852	1,1	1,2	1,5
Tschechoslowakei	5 674	7 641	8 958	2,4	2,9	2,7	Japan	3 427	3 331	3 567	1,5	1,3	1,1
Österreich	6 442	6 884	8 390	2,8	2,6	2,6	Iran	985	2 560	2 603	0,4	0,9	0,8
Dänemark	5 888	6 856	8 381	2,5	2,6	2,6	Palästina	1 073	905	1 117	0,5	0,3	0,3
Polen-Danzig	4 488	5 330	7 972	1,9	2,0	2,4	Brit.-Malaya, Ceylon	247	381	782	0,1	0,2	0,2
Griechenland	3 890	4 865	7 895	1,7	1,8	2,4	Siam	220	269	412	0,1	0,1	0,1
Türkei	3 530	3 803	6 347	1,5	1,4	1,9	Syrien-Libanon	310	279	354	0,1	0,1	0,1
Bulgarien	3 720	3 337	5 583	1,6	1,3	1,7	sonstige Gebiete in Asien	429	761	876	0,1	0,3	0,3
UdSSR	1 977	8 205	4 643	0,8	3,1	1,4	Union von Südafrika	2 799	4 231	6 023	1,2	1,6	1,8
Ungarn	1 887	3 293	4 401	0,8	1,2	1,3	Ägypten	2 158	2 104	1 914	0,9	0,8	0,6
Ir. Freistaat	2 253	2 478	2 905	1,0	0,9	0,9	Franz.-Marokko	426	539	533	0,2	0,2	0,2
Portugal	2 463	2 628	2 498	1,0	1,0	0,8	Belg.-Kongo	46	60	225	0,0	0,0	0,1
Spanien ³⁾	7 611	5 377	2 085	3,3	2,0	0,6	Algerien	160	245	187	0,1	0,1	0,1
Estland	927	1 511	1 741	0,4	0,6	0,5	sonstige Gebiete in Afrika	821	1 006	1 476	0,3	0,4	0,3
Litauen	503	717	1 341	0,2	0,3	0,4	Austral. Bund	1 464	1 934	3 225	0,7	0,7	1,0
Lettland	1 338	1 440	1 265	0,6	0,5	0,4	Neuseeland	88	142	269	0,0	0,1	0,1
sonstige Gebiete in Europa	1 255	666	882	0,6	0,2	0,2	sonstige Gebiete	48	32	29	0,0	0,0	0,0
zusammen Europa	181 596	199 576	241 071	77,9	75,0	73,5	zusammen Übersee	51 624	66 661	86 911	22,1	25,0	26,5

¹⁾ Geordnet nach der Größe der Ausfuhr 1937.

²⁾ 1936 mit, 1937 ohne Außenbesitzungen.

³⁾ Innerhalb der Erdteile nach der Größe der Ausfuhr 1937 geordnet.

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernsprecher: 30 06 31. — Postscheckkonto: Berlin 213 12.

Vortragsveranstaltung des VDE zur Leipziger Messe.

Anläßlich der diesjährigen Leipziger Frühjahrsmesse findet am Dienstag, den 8. März 1938, 11 Uhr, im Vortragssaal des Hauses der Elektrotechnik eine Vortragsveranstaltung statt, die vom Bezirk Nordsachsen des VDE durchgeführt wird. Die Vorträge sollen den Besuchern der Messe, die aus allen Gegenden Deutschlands und aus allen Fach- und Arbeitsgebieten der Elektrotechnik stammen, richtungweisend sein für die Besichtigung und Beurteilung der Ausstellung im Rahmen des Vierjahresplanes. Es wird von den Besuchern der Leipziger Messe, die vielleicht zum Teil noch keine Vorträge über die Gesichtspunkte des Vierjahresplanes auf ihrem Fachgebiet hören konnten, besonders begrüßt werden, daß ihnen hier eine Gelegenheit geboten wird, sich mit den Gedankengängen und Erfordernissen des Vierjahresplanes auf ihrem Fachgebiet vertraut zu machen. Gerade eine kurze Veranstaltung von einigen Vorträgen in einem Zeitraum von etwa zwei Stunden dürfte für diesen Zweck besonders geeignet sein.

Nach einer Begrüßung durch den Leiter des VDE-Bezirks wird zunächst über die bisherigen Arbeiten des VDE im Rahmen des Vierjahresplanes berichtet werden, wobei in erster Linie auf Umstellvorschriften und Umstellnormen sowie auf solche VDE-Bestimmungen Bezug genommen wird, die unmittelbar auf den Vierjahresplan abgestellt sind. Aus den großen Werkstoff-Fachgebieten wird Herr Dipl.-Ing. Heberlein VDE vom Amt für deutsche Roh- und Werkstoffe über „Leichtmetalle als Austauschwerkstoffe für Leiterwerkstoffe in der Elektrotechnik“ und Herr Oberregierungsbaurat Dipl.-Ing. Polenz VDE vom Heereswaffenamt über „Heimstoffe in der Installationstechnik“ berichten.

Diese Veranstaltung wird weit über den engeren Kreis der Fachgenossen hinaus ein besonderes Interesse finden und den Besuchern und Ausstellern des Hauses der Elektrotechnik einen Höhepunkt ihres Messebesuches bieten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Geschäftsführer:
Blendermann

Aus den VDE-Bezirken.

Bezirk Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein E. V.

(Gegründet 1879)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 IV, VDE-Haus.
Fernsprecher: 34 88 85. — Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Bezirksversammlung

am Dienstag, dem 22. Februar 1938, 20⁰⁰, im großen Hörsaal des Physikalischen Instituts der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, Kurfürstenallee 20/22.

Vortrag

des Herrn Dr.-Ing. K. Buß VDE, Köln, über das Thema:
„Ein neuartiger Stoßspannungsgenerator zur Kabelprüfung“.

Eintritt und Kleiderablage frei.

Fachversammlung

des Fachgebietes „Funktechnik und Verstärkertechnik“

Leiter: Professor Dr. phil. H. Faßbender VDE.

Vortrag

des Herrn Dipl.-Ing. F. W. Gundlach VDE, Berlin, am Donnerstag, dem 24. Februar 1938, um 20⁰⁰ in der Techni-

schen Hochschule, Charlottenburg, Hörsaal HG 25, über das Thema:

„Neue Untersuchungen an Habannröhren“

Eintritt und Kleiderablage frei.

Fachversammlung in Landsberg a. d. W.

am Freitag, dem 25. Februar 1938, 20⁰⁰, im Ratskeller, Richtstr. 3.

Vortrag

des Herrn Oberingenieur Dipl.-Ing. G. Kramm, Berlin, über das Thema:

„Der heutige Entwicklungsstand der Photozellen und ihre Anwendungen“.

Eintritt frei.

Besichtigung.

Am Mittwoch, dem 2. März 1938, 18⁰⁰, findet eine Besichtigung des Paketpostamtes 77 statt.

Näheres ist aus den Mitteilungen (Nr. 2) des VDE Bezirk Berlin-Brandenburg vom 2. Februar 1938 zu ersehen.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Die nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um 18⁰⁰ im Jungingenieurzimmer des VDE-Hauses, Charlottenburg, Bismarckstraße 33, statt. Die Teilnahme ist frei. VDE-Mitgliedschaft ist nicht Bedingung.

Hochfrequenztechnik. Leiter: Dr.-Ing. A. Allerding VDE.

17. 2. 1938 „Fragen des Lautsprecherbaues“, Vortragender: Ingenieur H. Ebbighausen.

Hochspannungstechnik. Leiter: Dr.-Ing. G. Hameister VDE.

18. 2. 1938 „Das Betriebsverhalten der Generatoren- und Umspanner-Isolation“ Vortragender: Obering. Dipl.-Ing. E. Schmöhl VDE.

Installationstechnik. Leiter: Dipl.-Ing. R. Schamberger VDE.

22. 2. 1938 Vortragsreihe: Schutzmaßnahmen in Niederspannungsanlagen. 1. Abend: „Grundlagen und installationstechnische Durchführung der Schutzmaßnahmen gegen zu hohe Berührungsschutzspannungen“, Vortragender: Dipl.-Ing. B. Wecker VDE.

Meßtechnik. Leiter: Dr.-Ing. H. Boekels VDE.

23. 2. 1938 „Isolationsmessungen“, Vortragender: Dipl.-Ing. F. W. Müller VDE.

Allgemeine Elektrotechnik. Leiter: Dr.-Ing. V. Aigner VDE.

24. 2. 1938 Vortragsreihe: Relais in der Starkstromtechnik. 4. Abend: „Übersicht über Distanzschutzeinrichtungen“, Vortragender: Ingenieur Walther VDE.

Elektrizitätswerke. Leiter: Oberingenieur Dipl.-Ing. B. J. v. d. Kneesebeck VDE.

25. 2. 1938 Vortragsreihe: Berechnung und Bau eines modernen Dampfkraftwerkes. 6. Abend: „Kurzschlußberechnung“, Vortragender: Dr.-Ing. A. Mühlinghaus VDE.

VDE Bezirk Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein E. V.

Der Geschäftsführer:

Burghoff

Sitzungskalender.

VDE, Bezirk Niedersachsen, Hannover. 22. 2. (Di), 20⁰⁰, T. H.: „Hochleistungs-Sicherungen und ihre Verwendung im Netzbetrieb“. Dr. Johann.

VDE, Bezirk Nordmark, Kiel. 22. 2. (Di), 20¹⁵, Univ. Phys. Inst.: „Selbsttätige Fernsprechanlagen“. Obering. Korthäuer.

VDE, Bezirk Südsachsen, Zwickau (gemeinsam mit der ADB-Gruppe Elektrotechnik im VDI). 25. 2. (Fr), 20⁰⁰, Ingenieurschule: „Wechselstromuntersuchungen unter Zuhilfenahme des Oszillographen“. Gew. Stud. Rat Ziehank VDE.

VDE, Bezirk Pommern, Stettin. 18. 2. (Fr), 20¹⁵, Konzerthaus: „Isolationsaufgaben der Hochspannungstechnik“ (m. Lichtb.). F. Marguerre VDE.

22. bis 25. Mai 1938 • VDE-Mitgliederversammlung • Köln

VERSCHIEDENES.

PERSONLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Fr. Drexler. — Am 8. 1. 1938 konnte Herr Baurat h. c. Ing. Friedrich Drexler, Wien, seinen 80. Geburtstag feiern. Herr Baurat Drexler hat 1874 bis 1879 in Wien Maschinenbau studiert und dann in belgischen und englischen Fabriken gearbeitet. Die Pariser Weltausstellung 1881 bewog ihn, sich ganz der Elektrotechnik zu widmen. An der Wiener elektrischen Ausstellung 1883 nahm er noch als Vertreter einer englischen Firma teil, dann ging er als Chefkonstrukteur zur Firma B. Egger in Wien und baute als einer der Ersten in Österreich Dynamomaschinen, Meßinstrumente und Beleuchtungsanlagen, später auch Kraftübertragungen, bis er sich 1913 als Zivilingenieur niederließ und der geschätzte Berater der österreichischen Behörden und Industrie wurde. Seiner Anregung sind auch die ersten österreichischen Sicherheitsvorschriften zu verdanken. Zahlreiche Ehrungen haben den Wert seiner Arbeiten für die österreichische Elektrotechnik anerkannt.

Hochschulschulnachrichten. — Herr Dr. Heinrich Faßbender VDE, ord. Professor an der T. H. Berlin, wurde zum Direktor des Instituts für Schwingungsforschung ernannt.

BUCHBESPRECHUNG.

621. 3 (08)

VDE-Fachberichte 1937. 9. Bd. Herausg. v. Verband Deutscher Elektrotechniker e. V., Berlin. Mit 322 Abb. u. 11 Tab. im Text, VI u. 242 S. im Format A 4. ETZ-Verlag, Berlin-Charlottenburg 4. Preis geh. 12 RM, für Mitglieder 8 RM.

Um den reichen Inhalt und den Wert des Bandes zu kennzeichnen, sei wenigstens eine Auslese der behandelten Fragen gegeben:

Neuere Entwicklung des Hochdruckturbinenbaues, Parallelbetrieb von Industrieturbinen mit Elektrizitätswerken, Spar- und Neustoffe für Dampfturbinen und Stromerzeuger.

Höchstspannungs-Kondensatoren, Spannungsprüfungen an Freileitungen, Stoßüberschlagspannung von Stützern abhängig vom Einbau, Leistungssteigerung in Niederspannungsnetzen durch Umschaltung von 3×220 V auf $380/220$ V.

Benutzung des Bleimantels als vierter Leiter, Ausbrennen von Fehlern an Aluminiumkabeln, Gewitterstörungen an Erdkabeln.

Transformatoren mit sinusförmigem Magnetisierungsstrom, Stromverdrängungs-Kurzschlußläufer für schweren Anlauf, Wasserkraftgeneratoren für Freiluftaufstellung, Grenzleistungen von Hochfrequenzmaschinen.

Belastung des Drehstromnetzes durch Umrichter, Steuerung und Regelung von Großstromrichtern, Kinogleichrichter.

Freistrahldruckgasschalter in Trennschalterbauform, Druckluftschalter mit doppelt wirkender Strömung, Kurzschlußabschaltung mit Schmelzsicherungen, Schaltgeräte und Installationsmaterial für Aluminiumleitungen.

Wirbelstromheizung mit Niederfrequenz, der Leistungsfaktor in der Elektrowärme, hitzebeständige Heizleiter-Werkstoffe für die Elektrowärme.

Stromrichter für Walzwerksantriebe, das Leuchtbild in Industrieanlagen, elektrische Antriebe in explosionsgefährdeten Räumen.

Widerstandsbremse bei Vollbahnfahrzeugen, Maschinen-Umformer und Umrichter auf Grund der Betriebserfahrungen, Wellenstrom-Bahnmotor für 50 Per/s über gittergesteuerten Gleichstrom, Lokomotiv-Umspanner mit Aluminium-Wicklung.

Röhrenstoßregler für Wechselstrom-Generatoren, Ausnutzung verlorener Wasserkräfte durch Selbststeuerung, die Frequenz als zusätzliche Einflußgröße im Verbundbetrieb, Fortschritte an Schnellreglern.

Zusammenwirken von Fernbedienungs- und Selbststeueranlagen, Mehrfachausnutzung von Hochfrequenzkanälen für Fernsprech- und Fernwirkanlagen, Beseitigung des Wellenmangels in der EW-Telephonie.

Neuer Magnestahlprüfer, erweiterte Anwendungsmöglichkeiten von Stufenkompensatoren, Wechselstrom-Brücken mit

selbsttätiger Abgleichung und Aufzeichnung, die Werkstoffe in den neuzeitlichen Zählern.

Mittelfrequenztelegraphie, Stand der Apparatetechnik im Fernschreibbetrieb, Kinematische Untersuchungen an Telegraphenapparaten.

Das deutsche Rundfunkleitungsnetz, selbsttätige Pegelhaltung beim trägerfrequenten Weitfernsprechen, hochwertige Filter für Trägerfrequenzen von 60 kHz, Stabilisierung negativ rückgekoppelter Verstärker.

Poröse keramische Stoffe für Hochfrequenzisolation, Untersuchungen an Erden von Funksenderanlagen, neue Meßverfahren mit Hilfe des Frequenzzeigers im Ton- und Hochfrequenzgebiet.

Die Betriebsbeanspruchungen elektrischer Flugzeug-Bordgeräte.

Die Ausführungen fesseln, weil sie einen unmittelbaren Einblick in die Arbeit der Vortragenden gewähren, anschließend die Kritik sofort zu Worte kommt und die von den Einführenden für jeden Abschnitt gegebene einleitende Übersicht die zeitgemäßen Fragen und ihren Zusammenhang klar hervortreten läßt. Auch dieser Band bildet daher wieder ein erfreuliches Zeugnis des technisch-wissenschaftlichen Fortschrittes im letzten Jahre. Die geringe Preiserhöhung von RM 10,20 auf RM 12,— (für Mitglieder von RM 6,80 auf RM 8,—) fällt gegenüber dem bedeutend gesteigerten Umfang nicht ins Gewicht. Dem Band liegt auch wieder eine Inhaltsfahne zur kartemäßigen Auswertung des Inhaltes bei. L. Binder VDE.

Veranstaltungen anderer Vereine.

Außeninstitut der T. H. und Gesellschaft von Freunden der T. H. Berlin. 22. 2. (Di), 18⁰⁰, gr. Physiksaal: „Das Wesen des Lichts“ (m. Vorführ.). Prof. Dr. H. Geiger. Eintritt frei.

Physikal. Gesellschaft Berlin und Deutsche Gesellschaft für technische Physik, Berlin. 23. 2. (Mi), 19³⁰, neues Phys. Inst.: „Ein neuer Meßgleichrichter mit einstellbarer Schaltphase“ (m. Vorführ.). E. Froböse.

Deutsche Gesellschaft für Wehrpolitik und Wehrwissenschaften, Berlin. Arbeitsgemeinschaft „Luftschutz“. 25. 2. (Fr), 20⁰⁰ Reichstagsgebäude, Eing. Port. V: „Wie dient der Luftschutz der nationalsozialistischen Arbeit für Wehrkraft, Volksgesundheit und Selbstversorgung des deutschen Volkes?“ Dr. Ludowici.

Außeninstitut der T. H. Berlin. Zwei Metallographische Ferienkurse von Prof. Hanemann im Institut für Metallkunde der T. H. Franklinstr. 29. 2. 3. (Mi) bis 12. 3. (Sa). 1. „Systematischer Kursus“ (10 Tage); täglich 9—11⁰⁰ Vortrag, 11—15³⁰ Übungen. Teilnehmerkarten 175 RM. 2. „Die neuesten Fortschritte der Metallkunde“ (6 Tage), 14. 3. (Mo) bis 19. 3. (Sa), täglich 9—11⁰⁰ Vortrag, 11—15³⁰ Übungen. Teilnehmerkarten 100 RM.

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:

Prof. Dr.-Ing. E. h. J. Biermanns VDE, Berlin-Johannisthal, Stern-damm 17.

Prof. Dr.-Ing. L. Binder VDE, Dresden-A. 24, Bayreuther Str. 16.

Dipl.-Ing. W. Hörcher, Dresden-A., Schnorrstr. 4 III.

Dr.-Ing. P. Nowak, Berlin-Charlottenburg, Kirchstr. 1.

Oberregierungsaurat Dr.-Ing. F. W. Petzel, Berlin-Wilmersdorf, Wiesbadener Str. 58c.

Dr. H. Roellig VDE, Leverkusen-Wiesdorf, Hauptstr. 88.

Dr. B. Thierbach, Berlin W 35, Lichtensteinallee 3a.

Abschluß des Heftes: 11. Februar 1938.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE

G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE

Stellvertretung:

G. H. Winkler VDE

Zuschriften sind nicht an eine persönliche Anschrift zu richten, sondern nur an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und nur mit Genehmigung des Verfassers und der Wissenschaftlichen Leitung der ETZ gestattet.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

59. Jahrgang

Berlin, 24. Februar 1938

Heft 8

Verbesserung der Masterdungswiderstände von Hochspannungsleitungen.

Von O. Dworeck VDE, Bitterfeld.

Übersicht. Die an einer Hochspannungsleitung für 100 kV-Betriebsspannung durchgeführten Erdungsverbesserungen und das Rammgerät, mit dem die Zusatzrohrerder eingetrieben wurden, werden beschrieben.

Zulässiger Erdübergangswiderstand.

Nachdem die seit einigen Jahren auf Anregung der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen an verschiedenen deutschen Hochspannungsleitungen durchgeführten Blitzstromstärkemessungen mittels Stahlstäbchen zu einer näheren Kenntnis der bei einem Blitzschlag in einen Mast oder ein Erdseil zur Erde abfließenden Blitzströme geführt haben, ist die Bedeutung der Erdungswiderstände der Maste für die Betriebssicherheit der Hochspannungsleitungen erneut erkannt worden¹⁾.

Diese Messungen von Blitzstromstärken haben ergeben, daß im Blitzkanal Ströme von 100 kA und mehr vorkommen können, und daß durch die Maste nicht selten Ströme von 40 kA, vereinzelt auch von 60 kA, abgeleitet wurden²⁾. Bei einer bestimmten Isolatorenanordnung und bei den festgestellten Blitzstromstärken sind die gefürchteten rückwärtigen Überschläge von den Masttraversen über die Isolatorenketten zu den Phasenseilen nur durch niedrige Erdungswiderstände der Maste zu verhüten. Eisenmasten für 100 kV-Leitungen mit 7 bis 8 Isolatoren K 3 dürfen, wenn Ströme bis zu 60 kA gefahrlos abgeleitet werden sollen, keinen höheren Widerstand als 13 bis 15 Ω haben²⁾. Für andere Isolatorenanordnungen ergeben sich aus deren Stoßfestigkeit entsprechend andere niedrige Masterdungswiderstände als notwendig. Niedrige Masterdungswiderstände sind auch angebracht, um bei unmittelbaren Leiterseileinschlägen, die Überschläge zur Folge haben, die Blitzladung möglichst vollkommen abzuführen, damit weitere Überschläge an anderen Masten unterbleiben.

Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, daß der als zulässig angegebene Wert des Erdungswiderstandes für den Mastfuß einschließlich der angeschlossenen Erder, aber bei abgehobenem Erdseil gilt, da dieser Widerstand für die Spannungsbeanspruchung der Isolatoren während des Abfließens des Blitzstromes durch den Mast maßgebend ist. Unter dem Erdungswiderstand sei im nachstehenden stets der mit der Brücke festzustellende Ableitungswiderstand verstanden. Bei der Wichtigkeit dieses Wertes des Erdungswiderstandes für die Betriebssicherheit der Leitung sollte man beim Bau neuer Leitungen darauf bedacht sein, Möglichkeiten zu schaffen, die es gestatten, diesen Widerstand jederzeit während des Betriebes nachmessen zu können. Hierzu empfiehlt es sich, die Erdseile an den Abspannmasten mittels Isolatoren

621. 316. 993 : 621. 315. 1. 027. 3

abzuspannen und sie leicht lösbar mit dem Mast zu verbinden, damit die Erdseile für die Messung des Erdungswiderstandes bequem vom Mast isoliert werden können. Bei Tragmasten sind isolierte Erdseilklemmen zwischen Erdseil und Mastkopf und eine besondere metallische Verbindung zwischen Erdseil und Mast empfehlenswert, die für die Erdungsmessung vom Mastkopf getrennt wird. Diese Trennung kann auch außerhalb des Bereiches der Phasenseile vorbereitet werden, so daß sich diese Ausführung besonders auch für Mittelspannungsleitungen empfiehlt³⁾. In hügeligem Gelände ist eine derartige Erdseilklemme mitunter unbedingt notwendig.

Die Frage der Masterdung ist früher beim Bau von Hochspannungsleitungen häufig gegenüber anderen zunächst wichtiger erscheinenden Fragen zurückgestellt worden, so daß sich der Betriebsmann häufig vor die Tatsache gestellt sieht, den Erdungswiderstand zahlreicher Maste seiner Leitungen zur Vermeidung von rückwärtigen Überschlägen nachträglich verbessern zu müssen. Aber auch bei sorgfältiger Erdung während des Baues ist die Notwendigkeit einzelner Erdungsverbesserungen nicht immer zu vermeiden.

Erfahrungen mit Band- und Rohrerdern.

Beim Bau einer mitteldeutschen Industrieleitung für 100 kV Betriebsspannung wurden zur Erdung der Abspannmaste je Mast zwei verzinkte Gasrohre von $2\frac{1}{2}$ Dmr. und 2,5 m Länge verwandt, die man am Grunde der etwa 2,8 m tiefen Baugruben möglichst tief in das Erdreich enttrieb. Die Tragmaste erhielten Banderungen, und zwar je Mast zwei Bänder aus verzinktem Bandeseisen mit einem Querschnitt von 30×4 mm und je 15 m Länge, verlegt in einer Tiefe von ungefähr 80 cm nach beiden Seiten in Leitungsrichtung.

Die Isolatoren — eine Verbindung von sechs Isolatoren K 2 mit einem Dreischirm-Verschmutzungsisolator in der Mitte und mit Lichtbogenschutzringen an beiden Enden — haben eine Mindeststoßüberschlagspannung von 780 kV (für Stöße beider Polarität).

Mit Rücksicht auf die Wichtigkeit der über die Leitung versorgten Anlagen, die eine längere Betriebsunterbrechung nicht vertragen, erachtete man für den Erdübergangswiderstand der Maste als zulässig einen Wert von 12 Ω , um rückwärtige Überschläge möglichst zu vermeiden. Durch die Maste können dann Stoßströme bis rd. 65 kA zur Erde abgeleitet werden, ohne rückwärtige Überschläge zu bedingen.

Die Messung der Erdungswiderstände nach Fertigstellung der Leitung ergab, daß mit den vorstehend beschriebenen Erdungsmaßnahmen der als zulässig erachtete Erdungswiderstand nur bei etwa 85 % der Ab-

¹⁾ H. Zaduk, ETZ 56 (1935) S. 475.

²⁾ H. Grünwald und H. Zaduk, ETZ 57 (1936) S. 1079 u. S. 1108 und H. Grünwald, Elektrizitätswirtsch. 34 (1935) S. 454.

³⁾ H. Grünwald, ETZ 57 (1936) S. 1373.

spannmaste und 70 % der Tragmaste erreicht worden war (Abb. 1).

Um die gesamte Leitung möglichst umfassend vor rückwärtigen Überschlügen zu schützen, war also bei zahlreichen Masten eine Verbesserung des Erdungswiderstandes erforderlich.

Bevor auf die durchgeführten Erdungsverbesserungen näher eingegangen wird, sei noch berichtet, welche Widerstandswerte mit den erwähnten Erdungen (Rohrerder bei Abspann-, Bänderder bei Tragmasten) zu erzielen waren.

Die auf schlacke- und aschehaltigem Boden errichteten Tragmaste zeigten im Durchschnitt einen Erdungswiderstand von 5 Ω (Widerstand des Mastfußes) bzw. 4 Ω (Widerstand des Mastfußes einschließlich der Bänderder). Die betreffenden Werte für Abspannmaste betrugen im Mittel 1,5 Ω bzw. 0,5 Ω .

Der größte Teil der Leitung verläuft durch Gelände, bei dem unter einer dünnen Schicht von Mutterboden in geringer Tiefe Sand und Kies liegt. Ist dem Sand Ton oder Lehm beigemischt, so genügen die beim Bau getroffenen Erdungsmaßnahmen, besonders bei hohem Grundwasserspiegel. Es wurden bei einigen Tragmasten in diesem Gelände Erdungswiderstände von 3 Ω (Widerstand des Mastfußes einschließlich Erder) gemessen. Für die Maste in tonigem Sand oder Kies liegen die Werte naturgemäß höher; man hat im Mittel Widerstände von 30 Ω festgestellt. Die höchsten gemessenen Werte waren 120 und 150 Ω für den Widerstand des Mastfußes einschließlich der Erder.

Beim späteren Bau einer anderen Leitung griff man im Hinblick auf die bei dem Bau der zuerst erwähnten Leitung gewonnenen günstigen Erfahrungen mit Rohrerdern bei Abspannmasten den Vorschlag von A. Matthias auf, nach dem die vorstehend beschriebene, für Abspannmaste durchgeführte Erdung einheitlich auch bei allen Tragmasten angewandt wurde⁴⁾.

Die an diese Erdungsart gestellten Erwartungen haben sich voll bestätigt; denn die Messungen ergaben, daß bei der neuen Leitung an 87 % der Tragmaste der als notwendig erachtete Erdungswiderstand von 12 Ω erzielt wurde. Allerdings zeigten hier auch 95 % der Abspannmaste den gewünschten Erdungswiderstand, woraus zu schließen ist, daß die Bodenverhältnisse bei dieser Leitung günstiger waren als bei der ersten Leitung.

Bei zukünftigen Leitungsbauten werden zur Erdung der Tragmaste je Mast zwei verzinkte Eisenrohre von höchstens 1½" Dmr. und 3 bis 4 m Länge benutzt, die vom Grund der Mastgruben aus mit einfachen Mitteln weiter einzubringen sind als die bisher verwandten 2½"-Rohre von 2,5 m Länge, die durch Hammerschläge nur etwa 1 bis 1,5 m einzutreiben waren. Es ist zu vermuten, daß durch Benutzung dünnerer Rohre, die tiefer eingetrieben werden können, der Anteil der Maste mit ausreichendem Erdungswiderstand nach dem Bau noch weiter erhöht wird.

⁴⁾ Wie Fußnote 2.

Verbesserung des Erdübergangswiderstandes.

a) Vorbereitende Versuche und ihr Ergebnis.

Vor der Durchführung bestimmter Maßnahmen zur Verbesserung der Erdungswiderstände der zuerst erbauten Leitung wurden in Zusammenarbeit mit A. Matthias und W. Rudolph einige Vorversuche angestellt, um die wirtschaftlich günstigsten Maßnahmen für die Arbeiten auszuwählen.

Die Versuche erfolgten an zwei Tragmasten, von denen der eine Widerstände von 64 Ω (Mast allein) bzw. 44 Ω (Mast einschließlich Bänderder), der andere Widerstände von 100 bzw. 66 Ω aufwies. Zunächst wurden bei dem ersten Mast als Verlängerung der bereits vorhandenen Bänderder in beiden Leitungsrichtungen noch je 20 m verzinktes Bandeisens (30 $\times$ 4 mm) verlegt, außerdem senkrecht zur Leitungsrichtung nach beiden Seiten je weitere 40 m des selben Bandeisens.

Auf diese Weise erhielt der Mast einen Vierstrahler, der zunächst den Vorteil eines niedrigen Anfangswertes des wirksamen Erdungswiderstandes besitzt⁵⁾. Die Verlegung der Zusatzerder erfolgte in annähernd 80 cm Tiefe, da nach den inzwischen veröffentlichten Untersuchungen von K. A. Henney die Verlegung in größeren Tiefen keinen merkbar günstigen Einfluß

auf den Ableitungswiderstand eines Erders ausübt⁶⁾. An den Enden der beim Leitungsbau verlegten Bänderder wurden noch angespitzte Winkleisen (120 $\times$ 120 $\times$ 8 mm) von 2 m Länge eingetrieben und mit den Bänderdern verschraubt. An den Enden der Zusatzbänderder wurden Winkleisen (110 $\times$ 110 $\times$ 10 mm) von 2,5 m Länge eingetrieben. Auf diese Weise sollten einerseits die Oberflächen der Erdnungen vergrößert und andererseits Erdschichten erreicht werden, in denen auf jeden Fall eine dauernde Durchtränkung des Bodens mit Feuchtigkeit gewährleistet ist, also dauernd günstige Erdungswiderstände zu erwarten sind.

Die Messung der Erdungswiderstände wurde mit einer Erdungsmeßbrücke für Hochspannungsanlagen⁷⁾ durchgeführt. Zur Kontrolle der hiermit gewonnenen Werte diente eine zweite Meßbrücke derselben Ausführung. Die Angaben der beiden Meßbrücken stimmten innerhalb der Ablesegenauigkeit jedoch überein. Außerdem wurden die Hilferder und Sonden der beiden Meßbrücken in verschiedenen Lagen zur Leitungsrichtung angeordnet, um einen möglichen Einfluß der Meßrichtung festzustellen (Abb. 2). Ein solcher Einfluß ergab sich aber nicht. Die Meßergebnisse sind in der Zahlentafel 1 zusammengestellt.

Die hohen Erdungswiderstände der eingetriebenen Winkleisen zeigen, daß sich diese Erder trotz verhältnismäßig großer Oberfläche an der Herabsetzung des

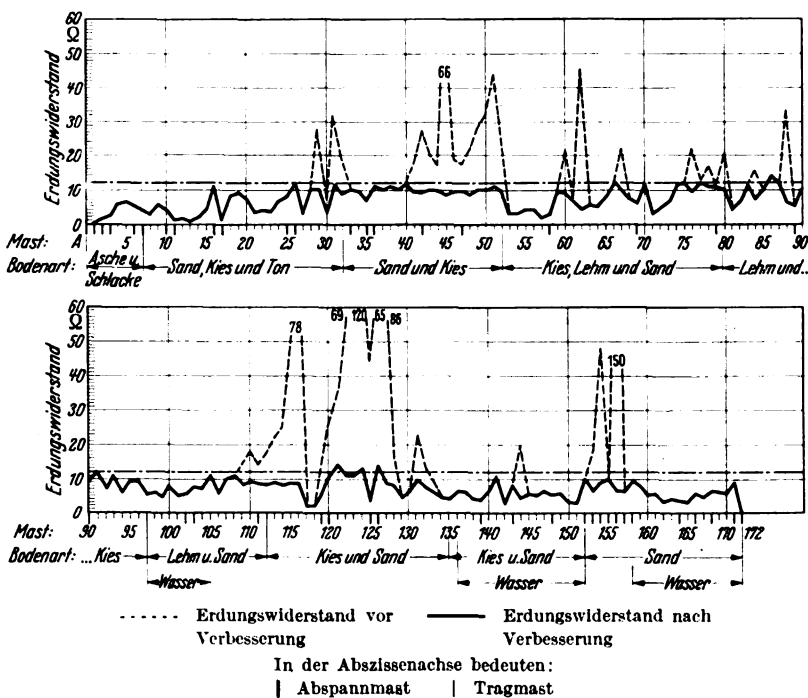


Abb. 1. Erdungswiderstände der Maste einer 100 kV-Leitung.

⁵⁾ Wie Fußnote 2, Abb. 4 nach L. V. Bewley, Electr. Engng. 54 (1935) S. 230.

⁶⁾ K. A. Henney, Dissertation T. H. Berlin 1935, ETZ 59 (1938) H. 2, S. 45.

⁷⁾ W. Skirl, Elektrische Messungen, S. 617; Berlin u. Leipzig: W. de Gruyter & Co. 1936.

Erdungswiderstandes des gesamten Erdergebildes nur geringfügig beteiligen. Ohne diese Erder ergab sich dann auch für sämtliche Bänderder einschließlich des Mastfußes bereits ein Erdungswiderstand von 13 Ω .

Bei dem beschriebenen Versuch bewirken also die Bänderder in erster Linie die Verbesserung des Erdungswiderstandes. Diese Erder können aber mit Rücksicht auf örtliche Verhältnisse nicht überall verlegt werden; bei den Masten mit noch höherem Erdungswiderstand schien die Verlegungsart auch wirtschaftlich nicht tragbar zu sein. Schließlich bewirkt die Verlängerung der Bänderder über eine gewisse größte Länge hinaus (etwa über 50 m) keine nennenswerte weitere Herabsetzung des Erdungswiderstandes. Räumlich stark ausgedehnte Erder haben auch einen Anfangswiderstand, der den mit der Meßbrücke feststellbaren Ableitungswiderstand um ein Vielfaches übertreffen kann⁸⁾. Aus diesen Gründen wurde an einem anderen Mast versucht, die notwendige Erdungsverbesserung durch ausgesprochene Tiefenerder zu erzielen.

Zahlentafel 1. (Die Bezeichnung der Meßpunkte geht aus der Abb. 2 hervor.)

Lfd. Nr.	Meßpunkt	Art der Erdung	Oberfläche der Erdung (ohne Mastfuß) m²	Erdungswiderstand, gemessen Ω	Erdungswiderstand aus Parallelschaltung errechnet Ω	Gütegrad der Erdung %	Bodenart
1	0	Mastfuß		64			
2	+ (I + II)	Mastfuß zuzügl. 2 Bänder je 15 m	2,04	44			
3	+ III	wie 2 zuzügl. 1 Band 20 m	3,4	33			
4	IV	L 120 $\times$ 8 $\times$ 2000	0,95	560			Kies
5	+ IV	wie 3 zuzügl. 4	4,35	31,8	31,2	98	
6	V	L 110 $\times$ 10 $\times$ 2500	1,10	400			Kies
7	+ V	wie 5 zuzügl. 6	5,45	30	29,7	99	
8	+ VI	wie 7 + 1 Band 20 m	6,81	22,3			
9	VII	L 120 $\times$ 8 $\times$ 2000	0,95	354			Kies
10	+ VII	wie 8 zuzügl. 9	7,76	21,2	21,0	99	
11	VIII	L 110 $\times$ 10 $\times$ 2500	1,10	270			lehmiger Kies
12	+ VIII	wie 10 zuzügl. 11	8,86	20	19,7	98,5	
13	IX	wie 12 + 1 Band 40 m					
14	X	L 110 $\times$ 10 $\times$ 2500	1,10	139			lehmiger Kies
15	+ X	wie 13 zuzügl. 14	12,68	11,8	11,5	97,5	
16	+ XI	wie 15 zuzügl. 1 Band 40 m	15,4	10			
17	XII	L 110 $\times$ 10 $\times$ 2500	1,10	462			Kies
18	+ XII	wie 16 zuzügl. 17	16,5	10	9,8	98	

Die bei dem ersten Versuch gewonnenen Erfahrungen mit den Winkleisen verhältnismäßig großer Oberfläche ließen es notwendig erscheinen, auf großflächige Erder

dringen. Beim nächsten Versuch wurden daher Gasrohre von rund 25 mm äußerem Durchmesser verwandt. In sandigem Gelände ergaben sich an zwei Erdern die in Zahlen-
tafel 2 aufgeführten Erdungswiderstände in Abhängigkeit von der Eintreibtiefe.

Zahlentafel 2.

Eintreibtiefe m	Oberfläche des Erders im Erdboden m²	Erdungswiderstand	
		Erder 1 Ω	Erder 2 Ω
2	0,157	> 1000	> 1000
3	0,236	750	1000
4	0,314	600	700
5	0,393	555	730
6	0,471	440	650
7	0,550	430	500
7,5	0,589	130	110

Während bei den verhältnismäßig großflächigen Tiefenerdern bei einer wirksamen Oberfläche von etwa 1 m² und einer Eintreibtiefe bis zu 2,5 m Erdungswiderstände von annähernd 300 bis 400 Ω erreicht wurden (siehe Zahlen-
tafel 1), lieferten die kleinflächigen Tiefenerder bei einer Eintreibtiefe von 7,5 m, aber einer Oberfläche von nur 0,6 m², bereits Werte von 110 bis 130 Ω (siehe Zahlen-
tafel 2). Der Erdungswiderstand wuchs also oberhalb einer gewissen Tiefe stark an.

Nach diesen, einen Überblick verschaffenden Versuchen wurden die Erdungsverbesserungen mit $\frac{3}{4}$ "-Gasrohr durchgeführt und versucht, diese Rohrerder so tief

wie möglich einzutreiben, da zu erwarten war, daß der Erdungswiderstand mit größerer Tiefe des Erders noch weiter sinkt. Bänderdungen wurden nur noch im be-
schränkten Umfange neu verlegt.

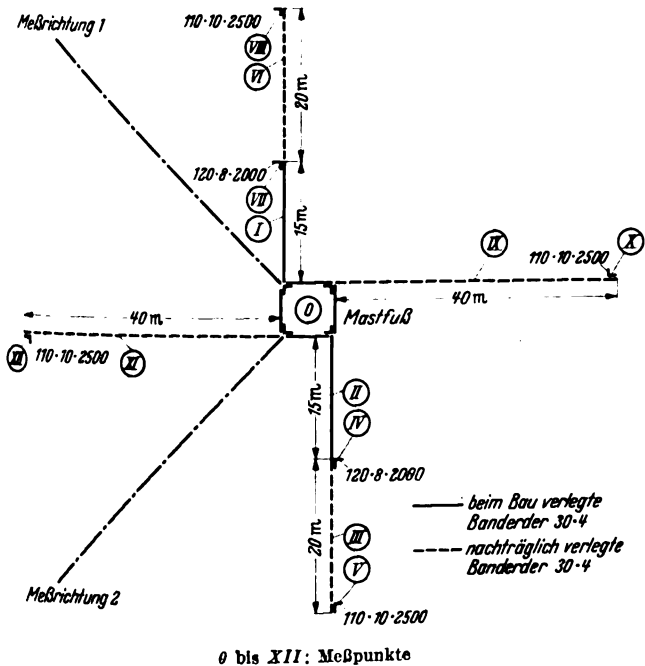


Abb. 2. Fuß eines Tragmastes mit Erdern und Zusatzerdern.

zu verzichten und besser Erder geringerer Ausdehnung zu benutzen, mit ihnen aber auf größere Tiefen vorzu-

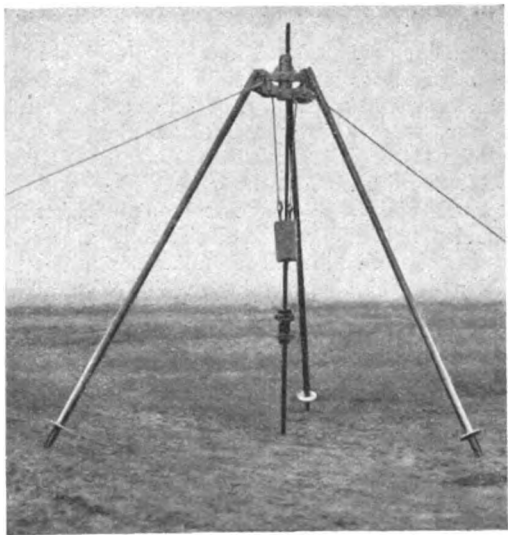


Abb. 3. Das bei den Erdungsverbesserungen benutzte Rammgerät.

b) Rammgerät zum Eintreiben von Rohrerdern.

Zum Eintreiben verwandte man ein leichtes eisernes Dreibein, aus Siederohren von 50 mm Außendurchmesser hergestellt, und einen kräftigen, 70 kg schweren eisernen, durchbohrten Rammhämmer (Abb. 3). An den Rohren, die ein-

⁸⁾ Siehe Fußnote 2.

getrieben werden sollten, wurde eine starke, zweiteilige Aufschlagschelle fest verklemt. Die beiden Schellenhälften wurden durch vier $\frac{3}{4}$ " Stahlschrauben stark zusammengedrückt und auf diese Weise lösbar mit den Einzelrohrerdern verbunden. Es ist notwendig, kräftige, stählerne Schrauben zum Zusammenpressen zu benutzen, da sonst die Schrauben häufig abreißen. Das Anheben des Rammbärs geschah mittels zweier über Rollen am Kopf des Gerätes geführten Stahlseile, die in je zwei Enden mit Handgriffen ausliefen. Solange das Rohr noch nicht tief eingetrieben war, diente sein oberer Teil als Führung für den Rammbär. Wenn das Rohr nur noch wenig über die Erdoberfläche hinausragte, die Schelle also schon zweibis dreimal am Rohr versetzt worden war, wurde zum Leiten des Rammbärs ein besonderes Führungsrohr benutzt, das auf das erste Rohr aufsteckbar war. Das jeweils erste Rohr war an einem Ende angespitzt und am anderen Ende mit einem Gewinde versehen. Die einzelnen Rohre waren etwa 3 m lang. Die dem ersten Rohr folgenden hatten an beiden Enden Gewinde und wurden mit dem vorhergehenden mittels kräftiger Stahlgewindemuffen verbunden. War ein weiteres Eintreiben der Rohre unmöglich, so wurde mit einer Gewindemuffe, an die ein kurzes Bandeisen angeschweißt war, die Verbindung mit dem beim Bau verlegten Erdungsband hergestellt. Konnte das letzte Rohr eines Erders nicht vollkommen eingetrieben werden, so schlug man das letzte Ende so weit um, daß das Rohr tief genug unter die Erdoberfläche zu liegen kam. Das Rohr, das eingeschlagen wird, muß von Zeit zu Zeit mit einer Rohrzange angezogen werden, da es sich beim Eintreiben in der Verbindungsmuffe lockert.

Mit der beschriebenen Rammeinrichtung erreichte man in einem Fall eine Tiefe von 15 m, wobei der Erder einen Widerstand von nur noch 12,5 Ω aufwies. Tiefen zwischen 9 und 12 m wurden fast regelmäßig erzielt, so daß häufig das Eintreiben eines einzigen Rohrerders genügte, um den Masterdungswiderstand ausreichend zu verbessern.

Nur bei einem Mast konnte trotz mehrfacher Versuche keine größere Tiefe als 5 m erreicht werden, weil der Untergrund sehr steinig war. Hier blieb nichts anderes übrig, als Bänderder (Vierstrahlerder) zu verlegen und an deren Ende wenigstens noch Rohrerder so weit wie möglich einzutreiben.

c) Ergebnisse der Erdungsverbesserungen.

Der Erdungswiderstand des „schlechtesten“ Tragmastes betrug bei der Kontrolle nach dem Bau 120 Ω . Da an diesem Mast ein starkes Kiesvorkommen festzustellen war, war es im allgemeinen nicht möglich, die Zusatzerder tiefer als 7 m einzutreiben, so daß die einzelnen Zusatzerder noch recht hohe Widerstände zeigten. Es war zur Erzielung des angestrebten niedrigen Erdungswiderstandes notwendig, verhältnismäßig viel Rohrerder einzutreiben. Durch zehn Erder mit einer mittleren Tiefe von 7,25 m — bei einer kleinsten Tiefe von 6,4 m und einer größten Tiefe von 9 m — und insgesamt 60 m zusätzlicher Bänderder gelang es, den Erdungswiderstand von 120 Ω auf 12 Ω herabzusetzen. Hier hat die Verwendung von Tränkerdern nahegelegen. Da diese Erder aber eine dauernde Nachfüllung erfordern, um wirksam zu bleiben, ist auf sie grundsätzlich verzichtet worden.

Bei einem auf einem Sandhügel stehenden Abspannmast konnte der ursprünglich gemessene Erdungswiderstand von 150 Ω durch nur zwei an je 30 m langen Bänderdern angeschlossenen Rohrerdern auf 5,7 Ω gesenkt werden. Übrigens beteiligten sich die Bänderder wegen der Verlegung in Sand an den Erdungsverbesserungen nicht merklich; mit den Rohrerdern gelang es aber, Tiefen von 11,5 bzw. 14,3 m zu erreichen, wobei die Erder nur noch Widerstände von 42 bzw. 12 Ω aufwiesen. Aus den aufgeführten Beispielen ist zu erkennen, daß nur eine geringe zusätzliche Oberfläche zur Erzielung eines

niedrigen Erdungswiderstandes notwendig ist, wenn es gelingt, bis in Tiefen mit Erdschichten hoher Leitfähigkeit vorzudringen. Große Winkeleisenprofile, die nur 2,5 m tief eingetrieben werden konnten, beanspruchten einschließlich der Bänderder (die hierbei im übrigen auf die Verbesserung des Widerstandes von größerem Einfluß waren als die Winkeleisen) insgesamt etwa 14,5 m² Erdungen zusätzlich, um den Erdungswiderstand von 44 auf 10 Ω herabzusetzen; bei einer mittleren Erdertiefe von 7,25 m genügte bereits 9,8 m², um den Widerstand von 120 auf 12 Ω , und bei 12,9 m mittlerer Tiefe sogar nur 6,3 m², um den Widerstand von 150 auf 5,7 Ω zu erniedrigen. Diese Ergebnisse bestätigen also, daß der Widerstand eines Rohrerders mehr von seiner Länge als von seinem Durchmesser abhängt.

Trägt man für kleinere Bezirke — für etwa zehn Maste oder bei genügenden Meßpunkten nur für die Rohrerder verschiedener Tiefe eines Mastes — die Abhängigkeit des Erdungswiderstandes von der Tiefe des Rohrerders auf, so erhält man eine Kurvenschar, aus der zu

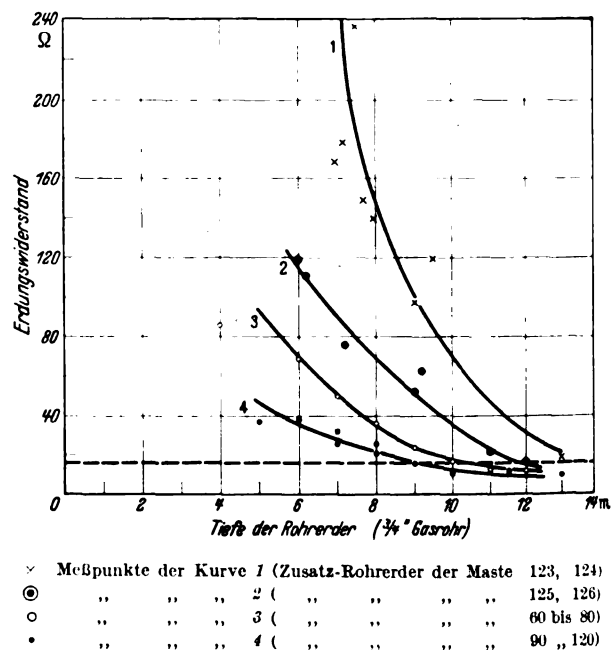


Abb. 4. Erdungswiderstand von Rohrerdern. (Die Meßpunkte sind die Endwerte, die mit den Zusatzrohrern bestimmter Leitungstellstrecken erzielt wurden.)

ersehen ist, daß der Erdungswiderstand bei geringen Tiefen der Rohrerder — etwa unter 7 m — meistens von einer Größe ist, die auf eine Erdungsverbesserung ohne merkliche Wirkung ist. Erst in 10 m überschreitenden Tiefen ist der Widerstand des einzelnen Rohrerders stets so niedrig, daß er auf den Gesamtwiderstand einen erheblichen Einfluß ausübt.

Bei größeren Tiefen als 12 m strebten nach unseren Ergebnissen sämtliche gemessenen Widerstände einem Werte von etwa 15 Ω und weniger zu, obwohl sie in geringen Tiefen außerordentlich stark auseinandergingen (Abb. 4).

Wenn das Eintreiben von Tiefenerdern Schwierigkeiten bereitet, ist das Verlegen von Bänderdern in der Form von Vierstrahlerdern empfehlenswert. Dabei ist es unnötig, mit dem einzelnen Strahl über eine Länge von etwa 50 m hinauszugehen, weil sich bei größeren Strahlängen wieder ein vom Ableitungswiderstand stark unterschiedlicher Anfangswert des wirksamen Erdungswiderstandes ergibt, die Messung mit der Brücke liefert dann einen für die tatsächlichen Verhältnisse gar nicht maßgebenden niedrigen Widerstandswert. Es scheint daher beim Einbringen von Rohrerdern zweckmäßig zu sein —

wenigstens für tieferliegende, mitteldeutsche Gebiete im Raum zwischen Quedlinburg, Magdeburg, Dessau, Leipzig, Naumburg —, die zur Verwendung bestimmte Rammvorrichtung so kräftig auszubilden, daß sie bei Benutzung von $\frac{3}{4}$ " Gasrohr als Erder Tiefen bis zu 12 m zu erreichen gestattet, weil man dann mit Sicherheit einen niedrigen Erdungswiderstand erwarten darf. Es ist weiter zweckmäßig, schwächere Rohre zu verwenden, die leicht einzutreiben sind, als starke Rohre mit großer Oberfläche, die dem Eintreiben einen hohen Widerstand bieten.

Zusammenfassung.

Bei Hochspannungsleitungen ergibt sich häufig die Notwendigkeit, den Erdübergangswiderstand der Maste nach dem Bau der Leitung zu verbessern, um die zur Vermeidung rückwärtiger Überschlüsse notwendigen niedrigen Werte zu erzielen. Als zusätzliche Erdung haben sich Rohrerder geringen Durchmessers als zweckmäßig erwiesen. Die Rohrerder wurden mittels eines Rammgerätes, das Tiefen bis zu 15 m zu erreichen gestattet, eingetrieben.

Drehbankantriebe bis 300 kW.

Von Wilhelm Chladek VDE, Berlin.

621. 34 : 621. 94

Übersicht. Der Aufsatz behandelt die geschichtliche Entwicklung der Drehbankantriebe unter besonderer Berücksichtigung des heutigen Standes, wobei einige Spitzenleistungen des Werkzeugmaschinenbaues und seiner Sonderantriebe näher beschrieben werden. Dabei wird hervorgehoben, daß für große Drehbänke Leonard-Sätze die besten Lösungen ergeben.

Die Drehbank für Metallbearbeitung ist vor etwa 130 Jahren erfunden worden (1805). Im Laufe der Entwicklung wurde die Drehbank für Sonderzwecke hergerichtet, zum Gewindeschneiden, für die Schraubenherstellung, für die Massenfertigung als Revolverdrehbank oder als Automat. Ferner wurde eine große Gruppe von Drehwerken ausgeführt (Karusselldrehbänke). Drehbänke haben eine so vielseitige Verwendung im Maschinenbau, daß sich dadurch eine überragende Bedeutung dieser Werkzeugmaschinenart gegenüber allen anderen Werkzeugmaschinen wie Bohrmaschinen, Fräsmaschinen, Schleifmaschinen und auch solchen für spanlose Formung, also Scheren, Pressen, Stanzen, Hämmern u. dgl. ergibt. Es ist bemerkenswert, daß von der Ausbringung der letzten Jahre im deutschen Werkzeugmaschinenbau etwa ein Drittel gewichts- und wertmäßig¹⁾ auf die Gruppe Drehbänke entfällt.

Geschichtliche Entwicklung.

Für die Mehrzahl der Maschinen herrschte bis etwa 1920 der Antrieb mit Transmission bzw. in Gruppen vor. Nur für die nach Einführung des Schnelldrehstahles (1900) gebauten Drehbänke größerer Abmessungen kann man die stetige Entwicklung eines Sonderantriebes unter Zuhilfenahme von Regelmotoren usw. beobachten.

Für die Antriebstechnik von Drehbänken sind drei wesentliche Gesichtspunkte maßgebend: weitgehende Geschwindigkeitsänderung, Drehrichtungsumkehr und für alle Geschwindigkeiten gleichbleibende Antriebsleistung, da grundsätzlich für jede Geschwindigkeit (für jeden zulässigen Drehdurchmesser und für jeden Werkstoff) die gleiche Spanleistung gefordert werden muß.

Vor der Einführung des elektrischen Antriebes ist die wichtigste Bedingung, die genügende und weitgehende Regelung der Geschwindigkeit, nur sehr mangelhaft durch Anwendung mechanischer Mittel erfüllt worden. Der Stufenkonus für Riemenantrieb sei als Beispiel besonders erwähnt. Für den Drehrichtungswechsel mußten Deckenvorgelege verwendet werden, die den Kraftweg verlängerten und mit ihren Hilfskonstruktionen einen erheblichen Platz beanspruchten.

Da aber der Maschinenbau immer größere Werkzeugmaschinen verlangte, wurden solche mechanischen An-

triebslösungen an großen Drehbänken schwierig. Man mußte daher zur Vereinfachung des Aufbaues der Werkzeugmaschine den elektrischen Regelantrieb einführen, der sich auch an allen anderen großen spanabhebenden Werkzeugmaschinen von Anfang an gut bewährt hat. Die Frage liegt nahe, warum nach diesem Vorbild nicht auch

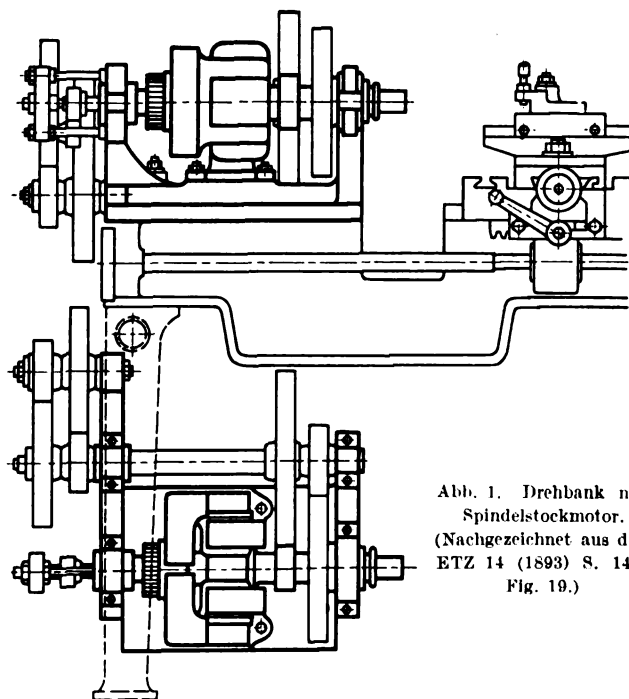


Abb. 1. Drehbank mit Spindelstockmotor. (Nachgezeichnet aus der ETZ 14 (1893) S. 147, Fig. 19.)

die mittleren und kleinen Drehbänke eingerichtet worden sind. Dies lag hauptsächlich daran, daß bei der größten Zahl dieser Drehbänke das Bedürfnis einer feinen Geschwindigkeitsabstufung, eines guten Drehrichtungswechsels und einer großen Durchzugskraft nicht so dringend hervortrat. Indessen fehlte es nicht an Versuchen — die heute etwa 50 Jahre zurückreichen —, einen guten elektrischen Antrieb für Drehbänke und andere Werkzeugmaschinen zu schaffen. Vorbildlich in dieser Hinsicht ist ein elektrischer Antrieb, der Anfang der 90er Jahre für eine Drehbank ausgeführt wurde. Bei der wohl erstmaligen Einrichtung einer mechanischen Werkstatt mit etwa 150 Werkzeugmaschinen²⁾ wird neben vielen anderen Werkzeugmaschinen eine Drehbank beschrieben, die, technologisch betrachtet, einen elektrischen Antrieb hat, bei

¹⁾ Gegenwärtig werden je Jahr für über 200 Mill RM in der Gruppe „Drehbänke“ für In- und Ausland angefertigt (Weiterzeugung über eine halbe Milliarde).

²⁾ ETZ 14 (1893) S. 147.

dem der Motor organisch mit der Drehbankspindel verbunden ist. Diese sehr beachtliche Ausführung zeigt Abb. 1. Man sieht, daß schon hier der Motor auf die Drehbankspindel aufgesetzt ist, gleichsam als Spindelstockmotor. Es wurde also eine Verbindung von Antrieb und Werkzeugmaschine geschaffen, die für Drehbänke kaum übertroffen werden kann. Diese Ausführung von Richter³⁾ hat leider keine größere Verbreitung im Drehbankbau gefunden und wurde erst um 1920 wieder eingeführt.

Leichte Drehbänke mit Spindelstockmotor.

Zu dieser Zeit ist von der Werkzeugmaschinenfabrik Böhlinger, Göppingen, Wtbg., eine Drehbank geschaffen worden mit einem technologisch einwandfreien Spindelstockmotor und Antrieb (Abb. 2a). Den Zusammenbau von

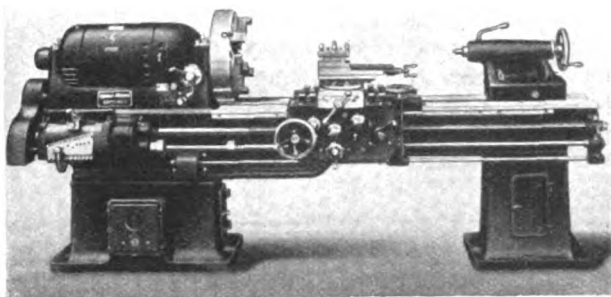


Abb. 2a. Drehbank mit Spindelstockmotor.

Motor und Getriebe dieser Ausführung zeigt Abb. 2b⁴⁾. Diese Drehbank wurde so eingerichtet, daß die in den Kastenfuß der Drehbank eingebauten Geräte bequem bedient werden können und die Geschwindigkeitseinstellung bzw. der Drehrichtungswechsel auch vom Support aus,

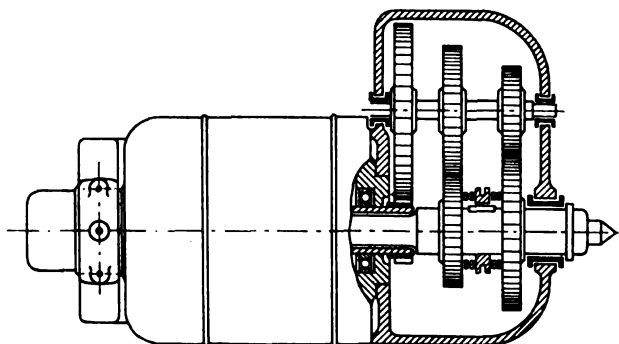


Abb. 2b. Spindelstockmotor mit Zahnradvorgelege.

also unmittelbar am Bedienungsstand, möglich ist. Diese für die damalige Zeit Aufsehen erregende Drehbankausführung mit Regelmotor bis etwa 3 kW, $n = 700$ bis 2200, mit genügend feinstufiger Drehzahleinstellung hat sehr viel dazu beigetragen, auf dem Gebiete der mittleren Werkzeugmaschine, insbesondere auch im Drehbankbau, die Einführung eines organisch gut durchgebildeten Sonderantriebes zu beschleunigen. Wenn heutzutage Drehbänke mittlerer Größe mit Drehstrom-Flanschmotoren ausgeführt werden, also gleichsam auch von der Transmission und der Stufenscheibe befreit worden sind, so ist diese Entwicklung kaum denkbar, ohne den Weg über die oben erwähnte Drehbank mit Spindelstockmotor.

Mittlere Drehbänke.

Indessen zeigte sich schon seit längerem, daß der Drehstromantrieb nicht in allen Fällen genügt. Der mittleren Drehbank und ihren Abarten ist sicherlich noch eine weitere Entwicklung vorbehalten, insbesondere unter Anwendung weitgehend regelbarer Motoren. Es würde zu weit führen, an dieser Stelle den gegenwärtigen Stand des Antriebes mittlerer Drehbänke mit Drehstrom-Flanschmotoren für Polumschaltung, schnellen Drehrichtungswechsel für selbsttätige Schützenschaltung usw. einer näheren Betrachtung zu unterziehen. Solche Werkzeugmaschinen sind im Schrifttum genügend behandelt worden, jedoch hauptsächlich im mechanischen Aufbau und insbesondere in der Durchbildung des Räderkastens. Eine neuzeitliche Ausführung einer Drehbank für hohe Schaltzahl und eine bemerkenswerte Ausführung einer Revolverbank mit polumschaltbarem Motor für drei Drehzahlen mit neuartiger Druckknopfschaltung sind an anderer Stelle ausführlich beschrieben⁵⁾.

Schwere Drehbänke.

Regelbereich und Strahlendiagramm.

Wenn schon eingangs festgestellt wurde, daß der Aufbau einer größeren Werkzeugmaschine ohne Zuhilfenahme eines elektrischen Antriebes mit Regelmotor nicht möglich ist, so gilt dies insbesondere auch für die größten Werkzeugmaschinen. Im allgemeinen kann man sagen, daß bei Antriebsleistungen über 10 bis 15 kW der elektrische Antrieb mit Regelmotor die günstigere Lösung ergibt gegenüber einem Antrieb, bei dem die Geschwindigkeit lediglich mit Zahnradwechselgetriebe geändert wird und ein Drehstrommotor für eine Drehzahl (meist $n = 1500$) oder Polumschaltung mit zwei Drehzahlen ($n = 750/1500$) vorhanden ist. Räderkästen für größere Leistungen ergeben umfangreiche Spindelstockkonstruktionen. Der Räderwechsel selbst erfordert große Kräfte bzw. umständliche Schaltwege. Weiterhin wird eine feine Geschwindigkeitsabstufung gerade bei großen Drehbänken wegen ihrer universellen Verwendung für eine wirtschaftliche Ausnutzung der Drehbank notwendig.

Der Antrieb mit Regelmotor, in den meisten Fällen für ein Geschwindigkeitsverhältnis von etwa 1:3, bietet deshalb so große Vorteile für den Werkzeugmaschinenbau, weil man nur dadurch den gewünschten Geschwindigkeitsbereich von mindestens 1:40/50 mit wenigen Wechselgetrieben erreichen kann. Dies zeigt das Strahlendiagramm (Abb. 7 links, S. 193). Um einen Regelbereich der Geschwindigkeit von 1:44 zu erlangen, sind nur zwei auswechselbare Getriebe im Spindelstock der Drehbank oder einer anderen Werkzeugmaschine erforderlich. An die feinstufige Regelung ohne Vorgelege in den Grenzen von 11,6 bis 35 U/min schließt sich bei Einschaltung des ersten Vorgeleges, das für eine Übersetzung von 1:3,75 berechnet ist, eine Regelmöglichkeit in den Grenzen von 3,12 bis 9,36 an. Als dann wird nochmals eine Übersetzung von 1:3,90, im ganzen auf 1:14,6, eingeschaltet, und man erreicht dadurch Umdrehungszahlen von 0,8 bis 2,4 je min. Zwischen der feinstufigen Regelung wird zweckmäßig, um den Gesamtregelbereich zu vergrößern, ein Sprung von 25 bis 30 % eingeschaltet. Würde man diesen Sprung in der Übersetzung nicht vorsehen, so wäre der Gesamtregelbereich mit Zwischenübersetzungen von $2 \times 1:3$ nur etwa 1:27 (0,8 bis 21,6). Man müßte ein weiteres, drittes, wechselbares Vorgelege von 1:2 einbauen, um dann den Gesamtregelbereich von etwa 1:44 (0,8 bis 35) zu erhalten.

Riesendrehwerk.

Die größte bisher überhaupt gebaute Werkzeugmaschine stellt das Riesendrehwerk (Abb. 3)⁶⁾ vor. Diese Werkzeugmaschine — vor acht Jahren zum ersten Male

³⁾ ETZ 14 (1893) S. 147. Vortrag vom 12. 12. 1892.

⁴⁾ Patent Herbert Kienzle, DRP. Nr. 281 754 u. 365 569.

⁵⁾ Werkzeugmaschine 40 (1936) S. 483.

⁶⁾ Näheres aus der Beschreibung des ersten Drehwerkes, Siemens-Z. 9 (1929) S. 695.

gebaut — hat einen Planscheibendurchmesser von 12 m und ein Gesamtgewicht von etwa 750 t. Solche Drehwerke haben einen elektrischen Antrieb für die Planscheibe durch Regelmotor von 175 kW, der im Verhältnis von etwa 1:3 feinstufig geregelt werden kann. Mit Zwischenvorgelege wird für die gruppenweise Geschwindigkeitsänderung, wie vorhin dargestellt, die Einstellung der erforderlichen Arbeitsdrehzahl ermöglicht. Für die Querbalken-, Support- und Ständerbewegung sind Hilfsantriebe vorhanden. Die Maschine hat auch Sondereinrichtungen, z. B. zum Nutenstoßen. Die Hauptlager und die Führungsbahnen für die Planscheibe sind mit Thermostaten ausgerüstet, so daß eine bequeme Überwachung der Lagertemperaturen, insbesondere bei schweren Werkstücken und Dreharbeiten, möglich ist. Die Bedienung erfolgt durch Fernsteuerung mit Druckknöpfen. Die gesamte Steuerung ist auf Schaltpulten vereinigt, auf denen auch die jeweilige Belastung des Drehwerkes festgestellt werden kann.

Außer diesen zentralen Bedienungsstellen sind am Querbalken, an der Stoßeinrichtung usw. entsprechende Druckknöpfe vorhanden. Für diese Großwerkzeugmaschinen

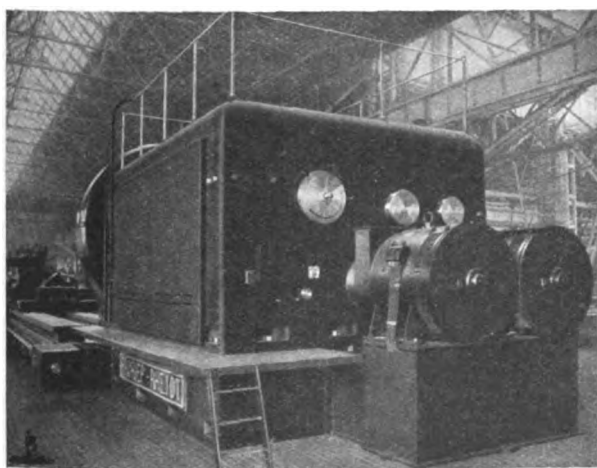


Abb. 4a. Große Dreh- und Bohrbank, Hauptantriebsmotoren.

eignet sich besonders ein Regelantrieb mit Leonard-Satz, weil dadurch die Möglichkeit eines besonders sanften Anfahrens der großen Massenteile über die verschiedenen Getriebestellungen gegeben ist. Außerdem stehen alsdann dem Betrieb für Sonderarbeiten auch erheblich niedrigere Geschwindigkeiten zur Verfügung als sonst üblich sind. Ganz kleine Planscheibendrehzahlen werden z. B. erforderlich, wenn Arbeiten an besonders harten Werkstoffen oder mit besonders geformten Werkzeugen vorgenommen werden müssen.

Dreh- und Bohrbank.

Abb. 4a zeigt den Spindelstock und Antrieb einer großen Dreh- und Bohrbank. Bei einer Spitzenhöhe von etwa 1,2 m beträgt die Gesamtlänge dieser Werkzeugmaschine 50 m. Sie ermöglicht das Drehen und Bohren eines Werkstückes ohne besondere Umspannung. Der elektrische Antrieb des Spindelstockes ist wegen seiner Größe bemerkenswert. Verwendet wurden zwei Gleichstrommotoren, $2 \times 110 = 220 \text{ kW}$, die abwechselnd einzeln oder zusammen den Spindelstock antreiben können. Die Motoren wurden so berechnet, daß sie über den ganzen Regelbereich in Parallelschaltung ohne jede Hilfseinrichtung zusammenarbeiten können. Der Bohrschlitten wurde mit einem

Regelmotor von 26 kW ausgerüstet. Diese Dreh- und Bohrbank hat, wie bei großen Werkzeugmaschinen allgemein üblich, eine Anzahl Hilfsmotoren, u. a. vier Motoren für die Schnellverstellung der Supporte und des Reitstockes von je 7,5 kW und drei Bohrstangen-Spannantriebe

mit je 2,2 kW, einen Reitnagel-Verstellantrieb mit 4 kW, so daß eine Gesamtmotorleistung von etwa 300 kW installiert werden mußte. Auch diese Werkzeugmaschine hat Fernsteuerung. Das Schützenschaltwerk (Abb. 4b) und die Motorregler sind in dem rückwärtigen Teil des Spindelstockes eingebaut. Ein Teil der Schalteinrichtungen ist auch in Schränken am Bohrschlitten untergebracht. Die Motoren am Spindelstock sind in Abb. 4a zu sehen.

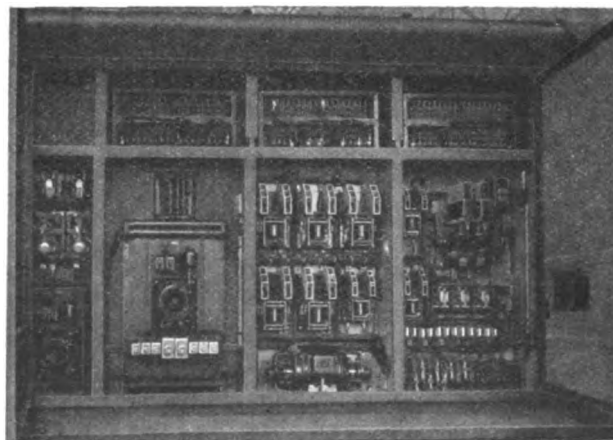


Abb. 4b. Große Dreh- und Bohrbank. Eingebaute Schützensteuerung für die Hauptantriebe.

Große Spitzendrehbank mit „elektrischer Welle“.

Große Spitzendrehbänke werden häufig so ausgeführt, daß zu beiden Seiten eines langen Bettes Spindelstöcke vorgesehen werden. Als dann kann eine solche Drehbank

für besonders lange Drehstücke, z. B. Schiffswellen, verwendet werden. Wenn Drehstücke mit kleinen Ausmaßen bearbeitet werden müssen, bietet die Drehbank mit dop-

im Verhältnis zu der Hauptspindeldrehzahl steht. Bei Schnellverstellung der Supporte werden die Motoren im Nebenschluß auf eine höhere Drehzahl gebracht (bis

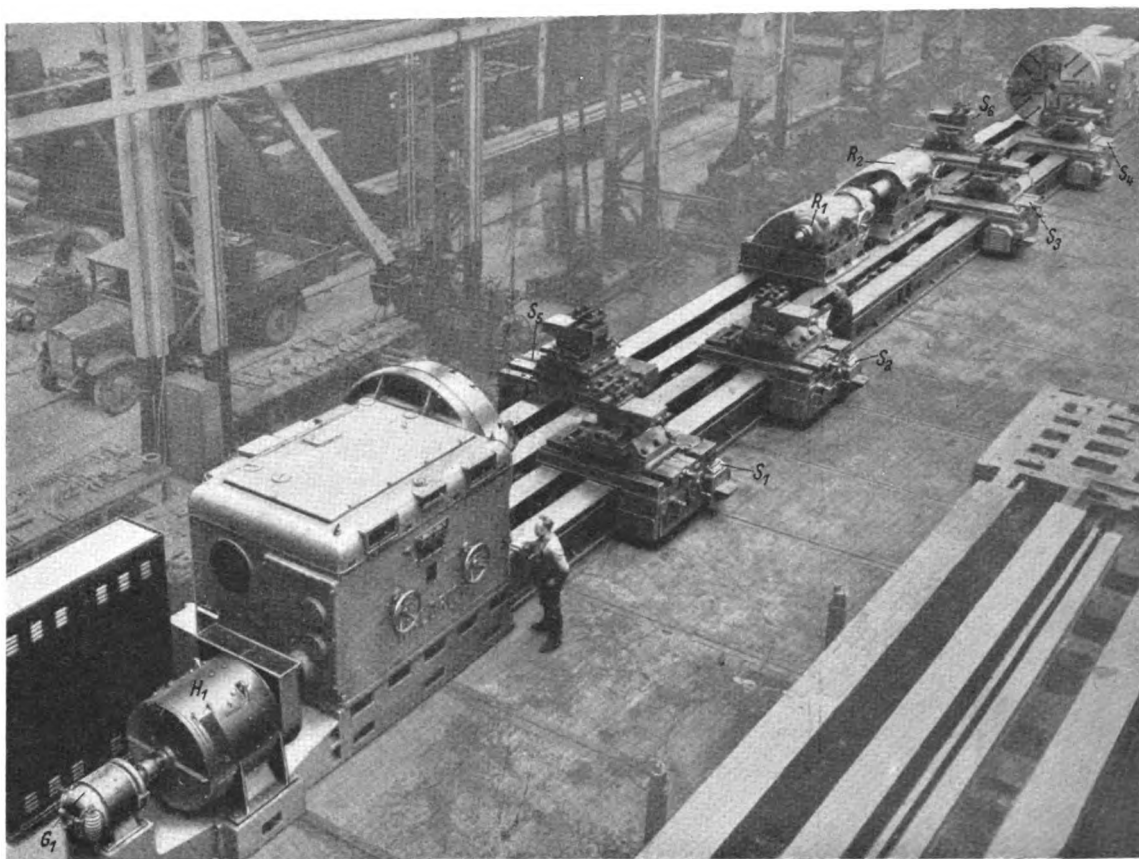
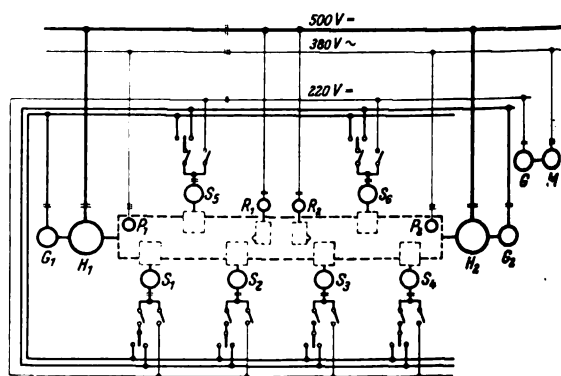


Abb. 5a. Große Splitzendrehbank (Bezeichnungen siehe Abb. 5b).

peltem Spindelstock die Möglichkeit, unter Verwendung von zwei Reitstöcken zwei verschiedene Werkstücke unabhängig voneinander zu bearbeiten. Eine solche Drehbank zeigt Abb. 5a. Die Gesamtlänge beträgt 40 m bei einer Spitzenhöhe von 1 m, Gesamtgewicht etwa 300 t. Besonders bemerkenswert sind hier die elektrischen Einrichtungen. Für jeden Spindelstock steht ein Gleichstrom-Regelmotor von 100 kW, regelbar in den Grenzen 400 bis 1000 U/min, zur Verfügung. Die Regelmotoren sind unmittelbar mit dem Spindelstock gekuppelt. Neuartig bei dieser Drehbank ist der Antrieb der Supporte. Für den Vorschub werden im allgemeinen Schaftwellen verwendet. Da es sich hier um eine Drehbank mit sogenanntem Doppelbett handelt, also eine beiderseitige Bearbeitung möglich ist, wurden sechs Supporte vorgesehen; vier Supporte auf der vorderen Seite und zwei Supporte auf der rückwärtigen Seite. Der Antrieb dieser Supporte, die je nach Bedarf mit dem rechten oder linken Spindelstock gekuppelt werden, würde etwa 25 m lange Schaftwellen, und zwar zwei auf jeder Seite des Drehbankbettes, erfordern. Diese umständliche mechanische Konstruktion wurde hier durch eine neuartige elektrische Einrichtung ersetzt. Man hat gleichsam „elektrische Wellen“ für den Antrieb der Supporte geschaffen. Für den Vorschub und die Schnellverstellung der Supporte ist in jeden Support ein Regelmotor von etwa 4 kW, $n = 320/800$ bis 3000, eingebaut worden. Die Regelmotoren werden gespeist von Steuergeneratoren, die unmittelbar mit dem Motor des Spindelstockes gekuppelt sind. Je nach der Drehzahl der Hauptspindel ergeben die Steuergeneratoren in dem Drehzahlbereich 400 bis 1000 U/min eine veränderliche Spannung, so daß der Vorschub der Supporte

$n = 3000$). Die Einrichtung ist so getroffen, daß jeder der sechs Supporte beliebig auf den Steuergenerator des linken oder rechten Spindelstockes geschaltet werden



- H_1, H_2 Hauptantriebe, 2 · 100 kW, 400...1000 U/min
 G_1, G_2 Steuergeneratoren, 2 · 6,4/18,3 kW, 400...1000 U/min
 $S_1 \dots S_6$ Supportantriebe, 6 · 3,7 kW, 320...800/3000 U/min
 R_1, R_2 Reitstockantriebe, 2 · 5,5 kW, 1430 U/min
 P_1, P_2 Ölpumpenantriebe, 2 · 0,75 kW
 MG Motorgenerator

Abb. 5b. Schaltanordnung einer Doppel-Splitzendrehbank.

kann. Das Schaltbild Abb. 5b zeigt die grundsätzliche Anordnung. Durch diese Maßnahme ist der Aufbau der Drehbank ganz wesentlich vereinfacht worden. Die Ge-

räte für die Fernsteuerung der Drehbank sind in zwei Schaltschränken untergebracht.

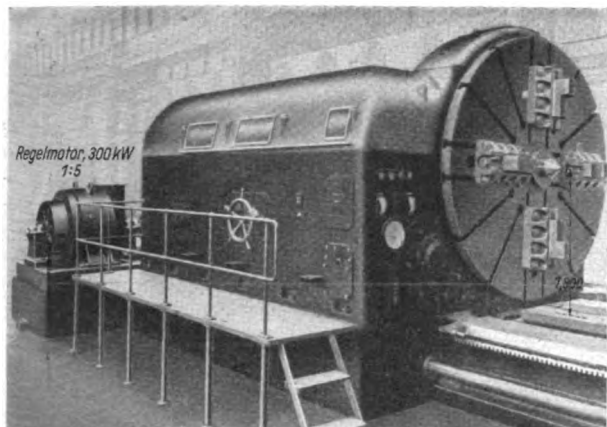


Abb. 6. Spindelstock einer großen Spitzendrehbank.

Große Spitzendrehbank.

Zu den in der letzten Zeit im Groß-Werkzeugmaschinenbau geschaffenen Neukonstruktionen gehört auch eine Spitzen-

drehbank mit einer Spitzenhöhe von 1,8 m. Das Doppelbett ist etwa 30 m lang. In diesem Falle wurde eine Antriebsleistung mit Regelmotor von 300 kW verlangt (Abb. 6). Die Durch-

arbeitung des Antriebes führte zu einer Lösung mit Leonard-Satz, da ein ausreichendes Gleichstromnetz nicht zur Verfügung stand, weitgehende Betriebssicherheit gefordert wurde und außerdem die bei gesteuerten Gleichrichtern mit großem Regelbereich auftretenden Blindströme nicht in Kauf genommen werden konnten. Die Drehbank stellt mit einer Antriebsdauerleistung von 300 kW wohl den größten Antrieb dar, der jemals für Werkzeugmaschinen, insbesondere für spanabhebende Werkzeugmaschinen, geschaffen worden ist. Ein Vorzug, den der Leonard-Satz rein betriebsmäßig ergibt, liegt darin, daß Anlauf- und gelegentlicher Drehrichtungswechsel für das vorhandene Netz nicht fühlbar werden. Entscheidend war jedoch die vorteilhafte Lösung für den Drehspindelstock, der mit nur zwei wechselbaren Vorgelegen ausgerüstet ist und trotzdem bei einer elektrischen Regelung im Verhältnis 1:5 eine so gute Ausbildung des Getriebes ermöglicht, daß ein Gesamtregelbereich von 1:73 vorhanden ist. Diese Verhältnisse werden am deutlichsten erkennbar aus der Gegenüberstellung der Strahlendiagramme Abb. 7. Wäre ein unmittelbar am Netz liegender Gleichstrom-Regelmotor verwendet worden, so ergäben zwei wechselbare Vorgelege nur einen Gesamtregelbereich von 1:44, wobei ein Sprung von 25 bzw. 30 % in Kauf genommen werden müßte. Nimmt man statt dessen bei Anwendung eines Leonard-Satzes eine elektrische Regelung von 1:5, so erreicht man bei gleich großer Höchstdrehzahl ($n = 35$) eine niedrigste Drehzahl von 0,48. Dabei ergibt die elektrische Regelung

eine Überdeckung der Geschwindigkeitsgruppen, wodurch eine feinstufige Regelung über den ganzen Regelbereich 1:73 möglich ist. Wie einleitend erwähnt, muß bei der Durchbildung des Geschwindigkeitsdiagrammes im allgemeinen ein Sprung bei Wechsel der Vorgelege in der Geschwindigkeit in der Größenordnung von etwa 25 % vorgenommen werden. Je größer die Werkzeugmaschine ist, um so mehr macht sich das Bedürfnis geltend, diese Lücken im Diagramm zu überbrücken und andererseits, wie beim Riesendrehwerk angegeben wurde, auch möglichst niedrige Planscheibenumdrehungen zu erreichen. Hier kann ohne weiteres bei Bedarf die minutliche Drehzahl von 0,48 unterschritten werden. Diese Möglichkeit, noch kleinere Drehzahlen einzustellen als 0,48/min ist sehr erwünscht, da dadurch bei Bearbeitung harter und unregelmäßiger Werkstoffkrusten, wie sie z. B. bei Hochdruckgefäßen vorkommen, die teuren Werkzeuge geschont werden. Der Motor mußte senkrecht zur Drehbankachse gestellt werden. Dies geschah nur wegen der besonderen örtlichen Verhältnisse. Der Leonard-Umformer selbst ist in einem gesonderten Schaltraum untergebracht. Die Fernsteuerung vereinfacht sich im vorliegenden Falle, da nur in den Erregerkreisen gesteuert bzw. geregelt zu werden braucht. Trotz der großen Antriebsleistung ist es möglich gewesen, die Geräte und Regler in die Rückwand des Spindelstockes einzubauen. Zur bequemen Zugänglichkeit wurden die Regler ausschwenkbar angeordnet.

Auf einer solchen Drehbank können Spanleistungen von 500 bis 800 mm² erzielt werden, denn das an der Planscheibe zur Verfügung stehende Drehmoment beträgt 75 000 bis 1000 000 kgm. Die Bank hat nur drei Supporte, die ebenso wie der Reitstock Verstellantriebe von je 10 kW haben. Außerdem sind die üblichen Meßgeräte für Leistung und Drehzahl vorhanden. Die Fernsteuerung kann vom Spindelstock und von

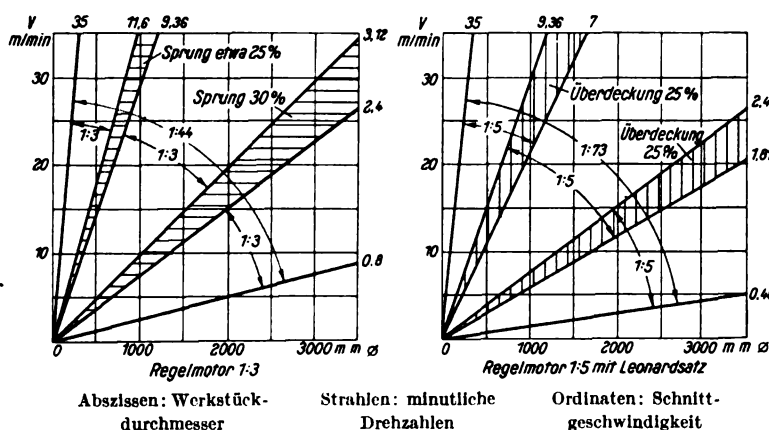


Abb. 7. Strahlendiagramme für Großdrehbank 300 kW.

den Supporten aus in der gewohnten Weise mit Druckknöpfen betätigt werden.

Zusammenfassung.

Ähnliche Aufgaben, wie oben beschrieben, werden in bezug auf den Antrieb auch bei anderen Werkzeugmaschinenengruppen, Hobelmaschinen, Fräswerken, Bohrmaschinen usw. gestellt. Man sieht aber an den Beispielen, daß jede große Werkzeugmaschine, sogar innerhalb einer Werkzeugmaschinenengruppe, besondere Lösungen verlangt. Diese befriedigen nur dann, wenn sie einen organischen Zusammenbau des Antriebes zur Folge haben und die Bedienung von allen Betriebsstellen in einfacher Weise vorgenommen werden kann. Überwachungseinrichtungen, wie Meßgeräte, Thermostaten und Signallampen, sind heute zu einer Selbstverständlichkeit geworden. Besonders umständlich gestaltet sich heute noch der Getriebewechsel bei solchen großen Werkzeugmaschinen. Hier wird sicherlich auch ein Weg gefunden werden, eine bequeme Handhabung großer Getriebe auf elektrischem Wege zu erreichen. Ebenso wäre neben der Belastungskontrolle unter Zuhilfenahme von Meßdosen sicherlich auch bei der Spanabnahme eine weitgehende, zwangsläufige Ausnutzung der jeweiligen Belastungsmöglichkeit anzustreben.

Fortschritte im Bau von Druckgasschaltern.

Von J. Biermanns VDE, Berlin.

(Schluß von S. 168.)

Die Theorie der Lichtbogenunterbrechung.

Mit der Entwicklung des Druckgasschalters hatte auch die physikalische Erforschung der Lichtbogenlöschung einen plötzlichen Aufschwung genommen, sind doch durch die Erfindung der Druckgas-Schaltdüse wichtige Vorbedingungen zur Erforschung des Schaltlichtbogens erfüllt worden. Zum ersten Male wurde die Löschung in einem jederzeit genau reproduzierbaren, flüssigkeitsfreien Druckgasstrom ohne das unübersichtliche Zusammenwirken von Gasblasen, Flüssigkeitsbarrieren, Kondensationserscheinungen und magnetischen Blaswirkungen vollzogen. Das erleichterte natürlich die versuchsmäßige und die theoretische Erfassung des Lichtbogens ganz erheblich.

Durch die Anwendung der Theorie der Thermo-Ionisation durch Otto Mayr⁵⁾ und durch die versuchsmäßige Erprobung verschiedener Gase als Löschmittel konnte die bis dahin rein gefühlsmäßige Theorie der Lichtbogenkühlung befestigt werden. Sie besagt, daß der Widerstand der Lichtbogensäule eine Funktion der Lichtbogentemperatur ist und daß durch die Kühlung der Lichtbogensäule eine stetige, den Strom schließlich drosselnde Temperaturabnahme bzw. Widerstandszunahme erreicht wird. Diese Tatsache wurde insbesondere durch die, ebenfalls nur beim Druckgasschalter in aller Klarheit möglichen Zeitlupenaufnahmen des Schaltlichtbogens im Bereiche von einigen zehntel Ampere bis zu einigen tausend Ampere bekräftigt. Man kann sagen, daß die Kühlung des Lichtbogens eine Vorbedingung für die Löschung des Lichtbogens darstellt. Die Frage, ob sie allein ausreicht, den Lichtbogen zum Erlöschen zu bringen, führt uns zu der Frage der Entionisation der Schaltstrecke und der elektrischen Festigkeit der Schaltstrecke nach der Löschung. Auch diese Frage wurde in den letzten Jahren, insbesondere von Slepian⁶⁾, viel studiert und lieferte wertvolle Unterlagen hinsichtlich der Zeit, welche erforderlich ist, um von dem Kurzschlußlichtbogen mit niedrigem Widerstand auf eine Isolierstrecke mit nahezu unendlich hohem Widerstand zu gelangen.

Schließlich ergab sich jedoch zwischen beiden Fragen, d. h. der Frage der Kühlung und der Frage der wiederkehrenden dielektrischen Festigkeit oder, was dasselbe ist, der wiederkehrenden Spannung, eine Lücke, welche es auszufüllen gilt. Dabei sei vorausgeschickt, daß es hierbei um mehr geht als um eine theoretische Finesse oder auch um die tatsächliche Verschmelzung zweier Ansichten. Es ist Ihnen wohl allen bekannt, daß sich die Schalterdiskussionen in Europa⁷⁾ und in V. S. Amerika⁸⁾ im letzten Sommer sehr stark mit der Frage beschäftigten, wie man den Einfluß der wiederkehrenden Spannung auf die tatsächliche Prüfung der Hochleistungsschalter erfassen kann und daß eine der größten diesbezüglichen Schwierigkeiten darin besteht, daß der Schalter dem Netz ebenso eine Ausgleichsschwingung aufdrücken kann als das Netz dem Schalter.

Das wird uns klar, wenn wir, im wesentlichen den Gedankengängen von O. Mayr folgend, den Unterbrechungsvorgang in einem kapazitätsfreien Kurzschlußkreis unter die Lupe nehmen. Abb. 7 zeigt links oben einen Ausschnitt aus einem Stromspannungs-Oszillogramm, welches uns zunächst über die Vorzeichenverhältnisse vor und nach dem Strom-Nulldurchgang Auskunft geben soll. Bei posi-

tiver Spannung U , welche während des Nulldurchganges als konstant und gleich dem Scheitelwert U_0 angenommen werden kann, ist der Strom I vor dem Nulldurchgang negativ und nachdem positiv. Unter diesem Oszillogramm ist die Lichtbogenspannung U_L aufgetragen, welche als das aus den Augenblickswerten des Stromes I und des Lichtbogenwiderstandes R gebildete Produkt $I \cdot R$ jeweils dasselbe Vorzeichen wie der Strom hat. Wichtig ist, daß trotz des Ansteigens der Lichtbogenspannung U_L vor und nach dem Nulldurchgang doch die Lichtbogenleistung $I^2 \cdot R$ beim Stromwert Null eine Einsattelung auf den Wert Null haben muß, welche ja die Möglichkeit der Löschung des Kurzschlußwechselstromes gibt. In dieser Einsattelung

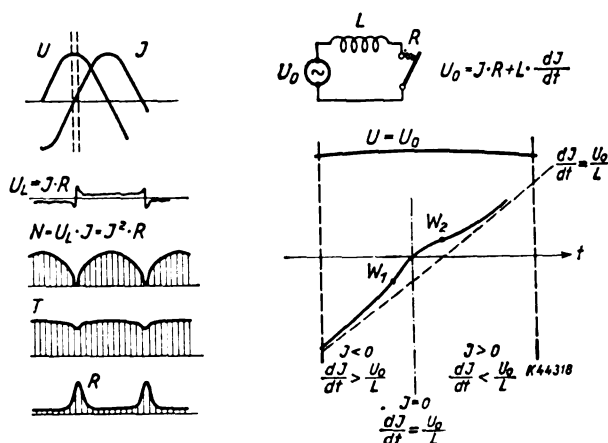


Abb. 7. Einfluß der Lichtbogenlöschung auf den Stromnulldurchgang.

reicht die im Lichtbogen erzeugte Wärmeenergie nicht aus, um den Wärmeverlust durch die natürliche Kühlung und erst recht nicht den durch die künstliche Kühlung des Lichtbogens zu decken. Die Folge ist ein leichter, wegen der Wärmekapazität der Lichtbogensäule um einige Mikrosekunden phasenverschobener Einschnitt in der Lichtbogentemperatur. Da der Lichtbogenwiderstand auf die Temperatur sehr empfindlich reagiert, führt dieser leichte Einbruch der Temperatur zu einer erheblichen Spitze im Lichtbogenwiderstand. Diese Spitze kommt in jedem Lichtbogensoszillogramm durch das Ansteigen der Lichtbogenspannung bei kleinstem Strom vor und nach dem Nulldurchgang augenfällig zum Vorschein.

Wir wollen uns nun den Einfluß dieses Ansatzes zur Lichtbogenlöschung auf den Stromverlauf während des Nulldurchganges in Abb. 7 rechts klarmachen, wo der Vorgang in starker Vergrößerung dargestellt ist. Der normale Stromverlauf ist im betrachteten Zeitausschnitt angenähert durch die Beziehung

$$U_0 = L \frac{dI}{dt} \quad \text{bzw.} \quad \frac{dI}{dt} = \frac{U_0}{L}$$

gegeben. Dieser geradlinige Verlauf des Stromes wird nun durch die oben erwähnten Widerstandsspitzen so verändert, daß nach der einfachen Spannungsgleichung

$$U_0 = IR + L \frac{dI}{dt}$$

unter Beachtung der Vorzeichen der Stromanstieg im negativen Gebiet größer wird, d. h. der Strom etwas schneller dem Nullwert zustrebt, jedoch mit der Neigung dI/dt gleich U_0/L durch Null geht und dann langsamer ansteigt, als er es ohne die erwähnte Lichtbogeneigenschaft

⁵⁾ Otto Mayr, ETZ 53 (1932) S. 75 u. S. 121.
⁶⁾ J. Slepian, Elektrotechn. u. Masch.-Bau 51 (1933) S. 180.
⁷⁾ CIGRE-Tagung 1937, Bericht Nr. 112, 139, 141, 310.
⁸⁾ Evans und Monteith, Electr. Engng. 56 (1937) S. 695.

tun würde. So erscheint also im Stromverlauf eine kurzzeitige Einschnürung, und wir wollen insbesondere über den Wendepunkt W_2 in der Stromkurve nachdenken, welcher tatsächlich als ein Wendepunkt im Leben des Lichtbogens gelten kann. Schon vor dem Nulldurchgang einsetzend, hat nämlich die Kühlung des Lichtbogens dahin geführt, daß die Temperatur der Lichtbogensäule stetig abnahm. Diese Abnahme war während des Stromwertes Null wegen des fehlenden Nachschubes an Wärmeenergie am größten und ließ in dem Maße nach, wie das Produkt $I^2 \cdot R$ wieder anstieg. In Punkt W_2 kommt mit aller Deutlichkeit zum Ausdruck, daß die neu erzeugte Lichtbogenenergie die abgeführte Wärme wieder zu über treffen beginnt und an eine Löschung zunächst nicht mehr zu denken ist.

Man kann nun dieses Spiel für verschiedene Grade der Lichtbogenkühlung berechnen und kommt so zu den Kurven in Abb. 8, welche uns zeigen werden, daß die Theorie der Kühlung für sich allein lückenlos zu dem Punkt nach dem Strom-Nulldurchgang heranzuführt, wo die Spannung einfach als Folge des stetig erhöhten, jedoch noch nicht unendlich groß gewordenen Lichtbogenwiderstandes mit ihrem vollen Wert an der Schaltstrecke wiederkommt. Abb. 8 a stellt den Fall fehlender künstlicher Kühlung dar. Abb. 8 b wiederholt nochmals den eben erläuterten

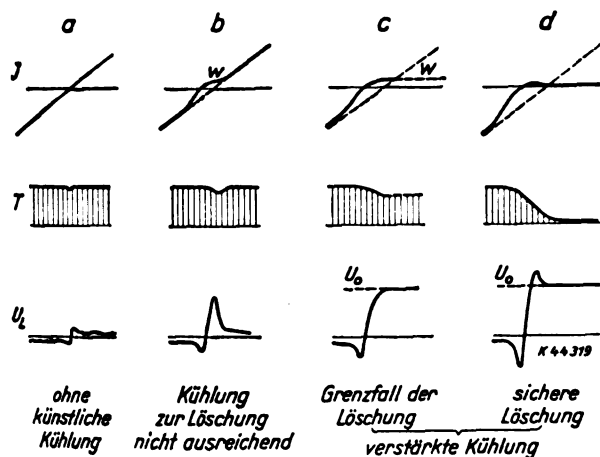


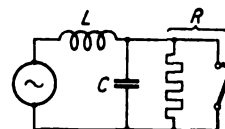
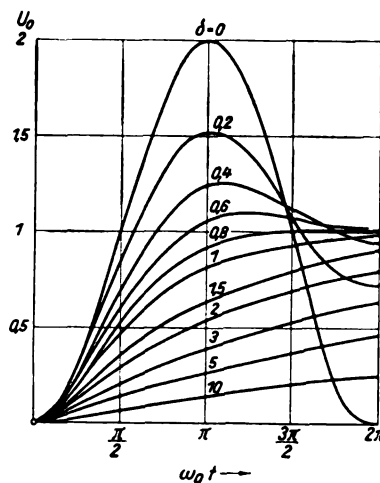
Abb. 8. Lichtbogenstrom-Nulldurchgang.

Fall. Wird nun die Kühlung des Lichtbogens stetig gesteigert, so gelangen wir zunächst zu dem Grenzfall (Abb. 8 c), wo der Wendepunkt W_2 wegfällt, weil die Kurve in eine Waagerechte gedrückt ist und Strom und Spannung des Lichtbogens in ein labiles Gleichgewicht geraten sind, das ebenso wie zu einem Stromanstieg zu einer Löschung des Lichtbogens umschlagen kann. Wir haben damit den Grenzfall der Lichtbogenlöschung unter gegebenen Verhältnissen erreicht, der auch theoretisch zu besonders einfachen Ergebnissen führt und u. a. die Abhängigkeit der Abschaltleistung eines bestimmten Schalters von Strom und Spannung nachzurechnen gestattet. Wird die Kühlung über dieses Maß gesteigert, so geht die Lichtbogenlöschung, wie in Abb. 8 d angegeben, in der bekannten Weise vor sich, daß der Strom gänzlich aussetzt und die Spannung rasch auf ihren vollen Wert ansteigt.

Die kleine positive Stromwelle nach dem Nulldurchgang in Abb. 8 d erreicht nur eine Höhe von Bruchteilen eines Tausendstel des Kurzschlußstromes. Sie ist deshalb meßtechnisch kaum zu erfassen. Van Sickle und Berkey⁹⁾ haben übrigens aus dem mittels des Kathodenstrahloszillographen aufgenommenen zeitlichen Verlauf der Wiederkehrspannung bereits 1933 auf ihr Bestehen geschlossen. Wichtiger als ihre Höhe ist ihre Dauer von einigen wenigen Mikrosekunden, welche der Schalter auch im kapazitätsfreien Kurzschlußkreise sozusagen von sich aus zwischen den Strom-Nulldurchgang und

die wiederkehrende Spannung einschaltet. Bemerkenswert ist ferner die Spannungserhöhung über den Wert U_0 hinaus, welche nach der Spannungsgleichung überhaupt notwendig ist, um einen negativen Differentialquotienten dI/dt zu erzeugen und den Strom nach dem Nulldurchgang wieder zum Verschwinden zu bringen.

Wir kommen nun an die Kernfrage, welche wir heute zwar nicht lösen, aber doch klar verstehen können, das ist die Frage, wie Netz und Schalter zusammen arbeiten. Es sind uns ja zu dieser Frage eine Anzahl Tatsachen be-



$$\delta = \frac{1}{2R} \sqrt{\frac{L}{C}}$$

K 44320

Abb. 9. Spannungsanstieg in verschiedenen gedämpften Kurzschlußstromkreisen.

kannt, wie z. B. die, daß ein Schalter unter den höchsten und steilsten Spannungsanstiegen noch eine erhebliche Abschaltleistung bewältigen kann, daß seine Abschaltleistung aber, wenn das Netz kapazitiv belastet ist, bis zu einem gewissen Grade und aber auch gerade nur so weit ansteigt, daß nicht nur die Frequenz der Eigenschwingung des Netzes, sondern auch deren Dämpfung von Einfluß auf die Schaltleistung ist u. a. m. Wir sind auch damit an einem Punkt angelangt, wo wir Schalter und Netz nicht mehr getrennt betrachten können. Betrachten wir in Abb. 9 die wiederkehrende Spannung eines kapazitiv belasteten Netzes, so finden wir, daß der Spannungsanstieg in weiten Grenzen von der Dämpfung abhängt, daß bei gleichem Dämpfungswiderstand also eine Vergrößerung der Kapazität gar nicht mehr in dem Maße zu einer Verringerung des Spannungsanstieges führt, wie es aus der verringerten Frequenz allein zu erwarten wäre. Nun liegt aber gerade im kritischen Fall eines Schalters hinter einer kapazitätsarmen Drossel der ganze Dämpfungswiderstand des Schwingungskreises im Lichtbogenwiderstand R des Schalters selbst. Dieser Widerstand R durchläuft in den wenigen Mikrosekunden, auf die es hier ankommt, nahezu alle Werte von Null bis Unendlich und kann deshalb den Schwingungsverlauf des Netzes so beeinflussen, daß es sich vorläufig aller Vorausberechnung entzieht. Aber auch das würde uns nicht so sehr stören als die Tatsache, daß uns das Kathodentrazillogramm eines Abschaltvorganges irreführen kann und wir uns immer dessen bewußt sein müssen, daß sich Schalter und Netz gemeinsam darin widerspiegeln. So kann eine Abschaltleistung mit großer gemessener Steilheit der wiederkehrenden Spannung viel weniger interessant und wertvoll sein als eine Schaltung, bei welcher der Schalter die Steilheit und die Amplitude der wiederkehrenden Spannung so vermindert hat, daß der Unbefangene glauben könnte, dieser Schalter hätte viel leichtere Verhältnisse vorgefunden.

Es mag scheinen, als ob die hier zu schließende Lücke noch sehr weit ist. Trotzdem können wir auf baldige Lösung der Aufgabe hoffen, hat doch die Arbeit der letzten Jahre nicht nur die Aufgabenstellung klar herausgeschält, sondern auch den versuchsmäßigen und den rechnerischen Weg vorgezeichnet, auf dem das Ziel erreicht werden kann.

⁹⁾ Van Sickle und Berkey, Trans. Amer. Inst. electr. Engrs. 52 (1933) S. 850.

Die experimentelle Forschung.

Als in den Jahren 1912/1913, also vor nunmehr gerade 25 Jahren, die AEG ihr erstes Hochleistungsversuchsfeld¹⁰⁾ errichtete, das übrigens 15 Jahre lang das einzige seiner Art in der ganzen Welt blieb, reichte dessen Erzielbarkeit aus, um sämtliche damals auf dem Markt befindlichen Schaltertypen bis zur Grenze ihrer Leistungsfähigkeit zu prüfen. Unter dem wohlthätigen Einfluß dieses Versuchsfeldes mit seiner größtmöglichen Abschaltbeanspruchung von 125 MVA wurde dies jedoch bald anders, und als wir in den Jahren 1927/1928 zu einer Erweiterung unseres Hochleistungsversuchsfeldes schreiten konnten, mußten wir zu unserem alten Generator einen neuen hinzufügen, der Abschaltleistungen bis 600 MVA (unter Verwendung der in den R.E.H.¹¹⁾ angegebenen Berechnung) ergab. Dies, glaubten wir damals, müsse nun für lange Zeit ausreichen, um so mehr, als uns ja für besondere Fälle die Parallelschaltung beider Generatoren

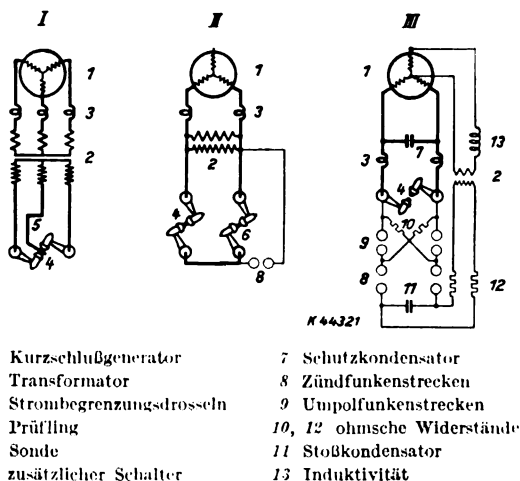


Abb. 10. Kurzschlußprüfung mit künstlich erhöhter Wiederkehrspannung.

sowie die Anwendung unserer Kunstschaltung¹²⁾ verblieb, die bekanntlich eine Verdoppelung der Prüfleistung der Anlage erlaubt. Wir täuschten uns damals! Die durch dieses große Versuchsfeld befruchtete Entwicklung des Schalters lief wiederum der Leistungsfähigkeit unserer Generatoren davon, und wir stehen seit ein paar Jahren vor der Frage, wie wir eigentlich die von anspruchsvollen Kunden geforderten Abschaltleistungen von 1,5 Mill kVA und mehr nachweisen sollen.

Die einfachste, wenn auch nicht gerade billigste Lösung wäre die Aufstellung eines dritten Generators gewesen, der unseren zweiten Generator wohl um ebenso viel an Größe zu übertreffen hätte, wie dieser den ersten. Wir entschlossen uns jedoch zu einer billigeren und — wie mir scheint — eleganteren Lösung, die ich an Hand der Abb. 10 erläutern will. Dieses Bild stellt drei Schaltungen zur Kurzschlußprüfung mit künstlich erhöhter Wiederkehrspannung dar, und zwar ist links unter I die oben erwähnte Kunstschaltung gezeigt, in der Mitte unter II die von Skeats¹³⁾ angegebene Schaltung, während rechts unter III eine neue in unserem Hochleistungsversuchsfeld erprobte Schaltung dargestellt ist. Mit den angegebenen Anordnungen können zwar nur einzelne Schalterpole geprüft werden, was jedoch nur beim Großraum-Ölschalter mit einem Kessel für alle drei Pole eine Einschränkung darstellt. Ich gehe nun kurz auf den Aufbau und die Wirkungsweise dieser drei, heute wohl praktisch bedeutungsvollsten Schaltungen ein und beginne mit der Schaltung I.

Schaltung I. Im Gegensatz zur normalen einphasigen Kurzschlußschaltung werden hier alle drei Phasen des Kurzschlußgenerators (1) benutzt. Die Schaltung ist nur auf Schalter mit zwei gleich ausgebildeten Löschstellen anwendbar, also vor allem auf Schalter mit zwei Unterbrechungsstellen. Bei Schaltern mit einer Unterbrechungsstelle, jedoch doppelter Lichtbogenlöschung (z. B. dem 100 kV-Freistrahlschalter), ist die Anbringung einer Elektrode in der Mitte zwischen den beiden Löschstellen (Sonde 5) erforderlich. Zwei Phasen des Generators werden mit den Schalteranschlüssen verbunden, während die dritte Phase an die Sonde (5) angelegt wird. Zwischen der Sonde und jedem Anschluß liegt also eine verkettete Spannung des Generators. Die Löschung an beiden Löschstellen erfolgt nacheinander. Die Prüfschaltung ist seit langem bewährt und gestattet nicht nur eine Verdoppelung der Leistung, sondern auch eine Verdoppelung der Spannung des Versuchsfeldes.

Schaltung II unterscheidet sich von der normalen Prüfschaltung dadurch, daß zwei Schaltereinheiten (4 und 6) in Reihe geschaltet sind, und daß an die Verbindungsstelle beider Schaltereinheiten beim Erlöschen der Lichtbögen eine der Wiederkehrspannung an beiden Schaltern proportionale, hohe Spannung gelegt wird. Diese Zusatzspannung wird durch einen parallel zu beiden Schaltern liegenden Transformator (2) erzeugt und gelangt an die Verbindungsstelle beider Schalter, sobald sie den zum Überslag der Zündfunkenstrecke (8) erforderlichen Wert übersteigt. Sie lagert sich der normalen Wiederkehrspannung über, wobei sie am geprüften Schalter (4) mit dem Summenwert und richtiger Polarität, am zweiten Schalter (6) jedoch mit dem Differenzwert und entgegengesetzter Polarität auftritt. Wird diese Spannung von beiden Schaltern ausgehalten, so hat der Schalter die Prüfung bestanden, und seine Leistung entspricht der aus der Summenspannung errechneten Beanspruchung. Wird die geprüfte Schaltstrecke durch die Zusatzspannung durchschlagen, so fließt nur der wesentlich kleinere Kurzschlußstrom des Transformators (2). Die Schaltung hat sich ebenfalls bereits praktisch bewährt; sie gestattet etwa eine Verdreifachung der Leistung der Versuchsanlage.

Schaltung III. Die normale Prüfschaltung wird durch eine zusätzliche Wechselspannungsquelle höherer Spannung ergänzt, die in Phase mit der EMK des Prüfkreises liegt. Dargestellt ist die Ausnutzung der dritten leerlaufenden Generatorphase zur Lieferung der Zusatzspannung. Die richtige Phasenlage wird durch Reihenschaltung der Induktivität (13) des Widerstandes (12) und des Kondensators (11) erzielt, wobei die Zusatzspannung an letzterem abgenommen wird. Beim Strom-Null-durchgang werden die Zündfunkenstrecken (8) durch die Summe der am Schalter (4) auftretenden wiederkehrenden Spannung und der Kondensatorspannung durchgeschlagen. Die sofort nachfolgenden Umpol-Funkenstrecken (9) ergeben eine unmittelbare Beanspruchung der Schaltstelle durch die Kondensatorspannung mit der Polarität der wiederkehrenden Spannung. Falls kein Durchschlag der Schaltstrecke erfolgt, entlädt sich der Kondensator über den Kurzschlußkreis. Die Strombegrenzungsdrosseln (3) dienen zusammen mit dem Kondensator (7) zum Schutz des Generators (1) vor der Zusatzspannung. Da bei dieser Schaltung die Lichtbogenleistung nur einmal aufgebracht werden muß, kann mit ihr die Leistung der Versuchsanlage etwa verfünffacht werden.

Ausblick.

Es war vor nunmehr 12 Jahren, daß ich jenen ersten Versuch ausführen ließ, dessen günstiger Verlauf den Anstoß zur Entwicklung der Ihnen heute vorgeführten öllosen Schalter gab. Ich ahnte damals gewiß nicht, welche Mühe und Sorge ich damit meinen Mitarbeitern und mir aufbürden würde. Wenn ich jedoch heute, wo die Entwicklung des öllosen Schalters einen ersten Abschluß erreicht

¹⁰⁾ Stern und Biermanns, ETZ 37 (1916) S. 617.

¹¹⁾ VDE 0670 1920, s. ETZ 48 (1927) S. 816.

¹²⁾ J. Biermanns, ETZ 48 (1927) S. 1137.

¹³⁾ Skeats, Elect. Engng. 55 (1930) S. 710.

hat und sich das Erreichte übersehen läßt, auf jene Zeitspanne zurückblicke, so muß ich bekennen — und ich spreche damit im Namen meiner Mitarbeiter —, daß ich den damaligen Schritt keinesfalls bereue. Konnte ich Ihnen doch heute im Druckgasschalter einen Schalter vorführen, bei dem jede Feuers- und Explosionsgefahr in idealer Weise beseitigt ist. Darüber hinaus hat dieser Schalter praktisch keine Kontaktabnutzung, so daß wir in ihm, nachdem es uns noch gelang, den Gummisitz der Ventile durch einen Kunststoff von unbegrenzter Lebensdauer zu ersetzen, ein Gerät geschaffen haben, das keine irgendwie der betriebsmäßigen Abnutzung unterworfenen

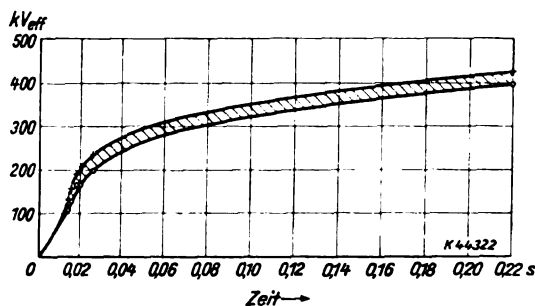


Abb. 11. Durchschlagfestigkeit der Schaltstrecke beim 100 kV-Freistrahldruckgasschalter.

Teile mehr hat. Von größter Bedeutung ist noch die Eigenschaft des Druckgasschalters, beim Schalten beliebig gearteter Stromkreise auch bei den höchsten Betriebsspannungen nur mäßige Überspannungen zu erzeugen, was mit den bereits früher erwähnten und durch den schmalen Streubereich der Abb. 11 bestätigten sauberen Arbeitsbedingungen der Druckgasdüse zusammenhängt. Ferner kommt der Druckgasschalter seiner kleinen Eigenzeit wegen den heutigen Bestrebungen nach schnellstmöglicher Fortschaltung eines aufgetretenen Kurzschlusses ohne Betriebsunterbrechung der gestörten Leitung entgegen, und es möge hier die Wiedergabe eines an einem 100 kV-Freistrahldruckgasschalter aufgenommenen Oszillogrammes (Abb. 12) genügen, das erkennen läßt, daß der Schalter die auf eine Zehntelsekunde bemessene probeweise Unterbrechung des Kurzschlusses und die darauf nach einer

weiteren Zehntelsekunde folgende endgültige Abschaltung in einer Gesamtzeit von etwa 0,25 s erledigt. Endlich stellt der Druckgasschalter auch bezüglich des Werkstoffaufwandes — und das ist für uns heute besonders wich-

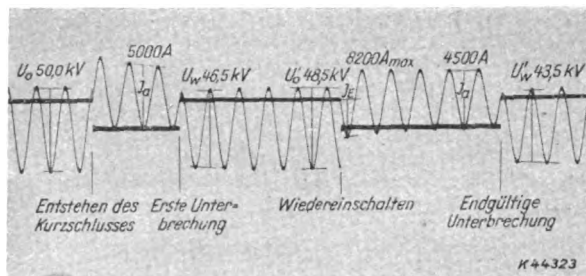


Abb. 12. Kurzschlußunterbrechung mit Probe-Wiedereinschaltung durch einen Freistrahldruckgasschalter.

tig — einen großen Fortschritt dar. So weist unser 220 kV-Druckgasschalter 10 % des Gewichtes eines entsprechenden heute noch im Auslande gebauten Ölschalters auf.

Zusammenfassung.

Beim kompressorlosen Druckgasschalter erfolgt die Speicherung des Löschmittels in fester Form, die wesentliche Vorteile gegenüber der Speicherung im flüssigen Zustande (Explosionssicherheit, kein Versagen durch Auslaufen, Einfrieren usw.) aufweist.

Der Freistrahldruckgasschalter in Trennschalterform besitzt praktisch keine der Abnutzung unterworfenen Teile. Diese Bauart ermöglicht die Herstellung bahntransportfähiger Wanderschalter für 220 kV. Der Freistrahlschalter ist ferner besonders zur Fortschaltung von Lichtbogenkurzschlüssen ohne Betriebsunterbrechung geeignet.

Die Vorgänge bei der Lichtbogenlöschung lassen sich besonders günstig am Druckgasschalter untersuchen. Für den Löschvorgang ist der Anstieg des Widerstandes der Lichtbogenbahn nach dem Stromnulldurchgang maßgebend. Der Verlauf der Wiederkehrspannung wird sowohl vom Netz als auch vom Schalter bestimmt.

Für die Schalterprüfung werden Schaltungen mit künstlicher Erhöhung der Wiederkehrspannung beschrieben, die es ermöglichen, Schalter mit einem mehrfachen Wert der vorhandenen Kurzschlußleistung zu prüfen.

Der gegenwärtige Stand der Frage des elektrischen Sicherheitsgrades in den V. S. Amerika.

Auf der vorjährigen Sommertagung des American Institute of Electrical Engineers (AIEE) in Milwaukee fanden eingehende Aussprachen zur Frage der Isolationsabstufung in amerikanischen Hochspannungsnetzen und -anlagen statt. Über eine Reihe der zu dieser Tagung vorgelegten Abhandlungen¹⁾ und die sich anschließenden Erörterungen, die den gegenwärtigen Stand der Frage des elektrischen Sicherheitsgrades in Amerika beleuchten, soll nachstehend zusammenfassend berichtet werden.

Normung der Überschlagspannungen von Hängeisolatoren und Stabfunkenstrecken.

Bei der Einführung der Stoßspannungsprüfung und gelegentlich der Erörterungen über die Isolationsabstufung in den V. S. Amerika ergab sich die Notwendigkeit, den Ursachen für die Unterschiede nachzugehen, die sich in den von verschiedenen Hochspannungs-Versuchsfeldern an demselben Prüfling gemessenen Stoßüberschlagsspannungen ergaben. Nach wechselseitigem Erfahrungsaustausch und Vereinheitlichung der Prüf- und Meßverfahren gelang es einem Unterausschuß des EEI-NEMA-Ausschusses für Isolationsabstufung, die Werte der Stoßüberschlagspan-

nung verschiedener Prüflinge auf Grund der Meßergebnisse der Firmen Allis-Chalmers, General Electric Co., Locke, Ohio Brass und der Westinghouse Mfg. Co. zu vereinheitlichen²⁾. Genormt [2] wurden die 60 Hz-Überschlagsspannungen und die Mindest-Stoßüberschlagsspannungen (50 % Treffer), beide bezogen auf 760 Torr, 25 ° C, 15 g/m³ absolute Luftfeuchtigkeit bei positiven und negativen 1,5/40 µs- und 1/5 µs-AIEE-Stoßwellen, und zwar für Ketten aus Kappenisolatoren (254 mm Tellerdurchmesser und 146 mm Baulänge), abhängig von der Gliedzahl bis zu 20 Einheiten, und für Vierkant-Stabfunkenstrecken (12,7 × 12,7 mm² Querschnitt), abhängig von der Schlagweite bis zu 2540 mm. Die Spannungsmessung erfolgte mit Kugelfunkenstrecke, wobei die neuen AIEE-Eichwerte²⁾ für Betriebsfrequenz und Stoß benutzt wurden, sowie auch mit dem Kathodenstrahloszillograph. Als Abweichung der von einzelnen Versuchsfeldern gemessenen Überschlagswerte für Hängeketten und Stabfunkenstrecken von den oben erwähnten genormten Mittelwerten wird ± 8 % als zulässig erachtet. Bei negativen Stoßüberschlagswerten kann dieser Toleranzwert mit Rücksicht auf größere Streuung

¹⁾ Siehe Schrifttumverzeichnis am Schluß des Berichts, im Text in eckigen Klammern angegeben.

²⁾ Vgl. auch J. C. Dowell u. C. M. Foust, Gen. Electr. Rev. 40 (1937) S. 141 und Bericht in ETZ 58 (1937) S. 826, dortselbst weiterer Schrifttumnachweis.

gelegentlich überschritten werden. Die abgeglichenen³⁾ amerikanischen Mindest-Stoßüberschlagspannungen von Stabfunkenstrecken bei der 1,5/40 μ s-AIEE-Stoßwelle zeigen bei positiver Polarität ausgezeichnete Übereinstimmung mit den Meßergebnissen von acht europäischen und fünf deutschen Versuchsfeldern, wogegen bei negativer Polarität und Schlagweiten über 600 mm die amerikanischen Werte etwas höher liegen. — Schließlich werden Korrektur-Faktoren zur Umrechnung der bei einer bestimmten abs. Luftfeuchtigkeit gemessenen Überschlagspannungen auf den in den V. S. Amerika einheitlichen Bezugswert (15 g/m³ entsprechend 0,6085" = 15,45 Torr Dampfdruck) mitgeteilt. Diese Umrechnungskurven gelten für Hängeketten und Stabfunkenstrecken bei 60 Hz sowie bei positivem Stoß 1,5/40 μ s und 1/5 μ s [2].

Stoßprüfung von Transformatoren.

Der neue vom AIEE-Unterausschuß für Transformatoren aufgestellte Prüfvorschriftenentwurf [3] sieht folgende Stoßprüfungen für Transformatoren entweder mit der positiven oder der negativen 1,5/40 μ s-AIEE-Stoßwelle vor:

1. Zweimalige Prüfung nur noch mit überschießender Stoßspannung⁴⁾ bis zum Überschlag an der Transformatordurchführung oder an einer Parallelfunkenstrecke, wobei Höhe der Überschlagspannung (siehe Zahlentafel 1) und Mindest-Überschlagszeit vorgeschrieben sind. Die Festlegung dieser Mindest-Überschlagszeit, die 3 μ s für Nennspannungen über 25 kV bis herab zu 1 μ s für Mittelspannungen beträgt, soll gewährleisten, daß die Transformatorisolation erst im Zeitpunkt ihrer niedrigsten Stoßfestigkeit (Asymptotenwert der Stoßkennlinie) geprüft und die Schlagweite einer etwaigen Prüffunkenstrecke nicht zu klein gewählt wird.
2. Sodann Prüfung mit einer Vollwelle vorgeschriebenen Scheitelwertes⁵⁾ (siehe Zahlentafel 1), wobei kein Überschlag auftreten darf. Bei Benutzung negativer Spannungsschläge können Parallelfunkenstrecken an der Durchführung für die Prüfung entfernt werden.

Die vorgenannten Prüfungen ahmen lediglich die Beanspruchung durch Wanderwellen als Folge induzierter Gewitterüberspannungen oder unmittelbarer Blitzschläge nach, die in größerer Entfernung vom Transformator auf die Leitung treffen. Zur Erfassung der stärkeren Beanspruchung durch unmittelbare Blitzschläge in der Nähe des Transformators (z. B. in Anlagen ohne Erdseilschutz) steht eine weitere Stoßprüfung mit steilen Wellenstirnen zur Erörterung, für die zunächst versuchsweise Steilheiten von 1000 kV/ μ s genannt wurden [11]. Über die zu fordernde Spannungshöhe der am besten durch Kugelfunkenstrecke auf der Wellenstirn abzuschneidenden Prüf-Stoßspannung liegen noch keine Angaben vor.

Ein Elektrizitätswerk ist dazu übergegangen, nicht nur Transformatoren für Verteilungsnetze, sondern auch solche für größere Leistungen mit angebauten Überspannungsableitern auszurüsten. Für die Einheit Transformator und Ableiter wird eine zusätzliche Stoßprüfung mit einem Spannungsstoß ausgeführt, dessen Scheitelwert etwa das Dreifache des nach den Prüfvorschriften für den Transformator allein geforderten Wertes ohne Ableiter betragen würde, wobei Steilheiten erheblich über 1000 kV/ μ s nicht selten sind. Diese ergänzende Stoßprüfung mit Beanspruchungen, wie sie im Betriebe möglich sind, soll die Wirksamkeit des Ableiters für den Schutz der Transformatorisolation nachweisen [10].

Bezugspegel für Isolationsabstufung.

Der EEI-NEMA-Ausschuß für Isolationsabstufung hat unter Beachtung der z. Z. vorhandenen Isolationsverhältnisse bei Freileitungen und Unterwerken sowie als Er-

gebnis der bisherigen Untersuchungen über Gewittervorgänge und über das Stoßverhalten von Isolatoren und Geräten einen Bezugspegel [1] (basic impulse insulation level) festgelegt, der in Abhängigkeit von der genormten Erzeugerspannung der Anlage in Zahlentafel 1 angegeben ist.

Zahlentafel 1. Bezugspegel (1,5/40 μ s) für Isolationsabstufung und Isolationshöhe für Transformatoren.

1 Genormte Erzeugerspannung Effektivwert kV	2 Bezugspegel		3 Transformator			
	Mindest-Stoß- über- schlag- spannung Scheitelwert kV	Bisher zugeordnete Schlagweite der Vierkant-nung Stabfunkenstrecke ⁽¹⁾²⁾ mm	4 1,5 40 μ s Vollwelle Scheitelwert kV		5 Durchführung ⁴⁾ Mindest-Stoß- überschlagsspg. ¹⁾ Scheitelwert kV	
1,2	32	20,4	30	60	34	66
2,5	53	40,7	50	—	56	—
5,0	63	56	60	76	66	84
8,7	80	84	76	95	84	105
15	100 ⁵⁾	114 ⁵⁾	100	112	110	125
25	150	180	140	153	158	170
34,5	190	258	185	195	200	215
46	250	342	240	245	265	275
60	300	523	340	345	375	385
92	470	700	3)		3)	
115	570	875				
138	680	1070				
161	790	1240				
196	950	1520				
230	1100	1790				
287	1300	2240				
345	1620	2690				

¹⁾ Für positive 1,5 40 μ s-Stoßwelle, bezogen auf Trefferzahl 50%. Temperatur 25° C, Luftdruck 760 Torr, abs. Luftfeuchtigkeit 15 g/m³.

²⁾ Querschnitt 12,7 · 12,7 mm², positiver Stab gegen geerdeten Stab, so eingestellt, daß die Mindest-Stoßüberschlagspannung die in Spalte 2 angegebenen Werte erreicht.

³⁾ Verteilungstransformatoren $\leq$ 500 kVA, für Erzeugerspannungen > 60 kV wie in Spalte 5 bzw. 7.

⁴⁾ Für Überschlagsprüfung mit überschießender Stoßspannung sind Scheitelwerte vorgesehen, die um etwa 15% höher als die der Spalten 4 bzw. 5 und um etwa 5% höher als die der Spalten 6 bzw. 7 liegen.

⁵⁾ Diese Werte sollen gegebenenfalls um 10% erhöht werden.

Der in Spalte 2 der Tafel 1 angegebene Bezugspegel entspricht der im früheren Vorschriftenentwurf für die Prüffunkenstrecke der Transformatoren geforderten Höhe der Mindest-Stoßüberschlagspannung. Dieser Bezugspegel soll in Zukunft lediglich als Scheitelwert der 1,5/40 μ s-AIEE-Stoßwelle, aber nicht mehr durch die zur Erreichung der Mindest-Stoßüberschlagspannung einzustellende Schlagweite der genormten Stabfunkenstrecke („Zollstock“) ausgedrückt werden. Der Bezugspegel ist als Mindest-Isolationshöhe eines Anlagenteiles mit Ausnahme der niedrigeren Ansprechspannung etwa vorhandener Schutzfunkenstrecken oder Ableiter anzusehen und dient als Ausgangspunkt für die spätere Isolationsabstufung der einzelnen Geräte. Die Zuordnung des Bezugspegels zur Betriebsspannung soll im allgemeinen nach Zahlentafel 1 erfolgen.

In Spalte 4 bis 7 sowie in Fußnote 4 von Zahlentafel 1 sind noch die neuerdings vorgeschlagenen Spannungswerte für die Stoßprüfung von Transformatoren mit Vollwelle und abgeschnittener Stoßspannung angegeben.

Gesichtspunkte für Isolationsabstufung [5, 7, 8, 9, 10].

Überspannungen bei Betriebsfrequenz und als Folge von Schaltvorgängen haben bisher zu keinen nennenswerten Störungen Veranlassung gegeben, so daß sogar in einzelnen Fällen eine Herabsetzung der Prüfspannung der Geräte bei Betriebsfrequenz in Erwägung gezogen werden konnte. Die Frage des elektrischen Sicherheitsgrades tritt hauptsächlich im Zusammenhang mit dem geforderten Schutz der Anlage gegen Gewitterüberspannungen auf, wobei zu berücksichtigen ist, daß Schalt- und Umspannwerke gegenüber Stoßspannungen meist erheblich schwächer isoliert sind als die Freileitung. Für die Fälle, in denen als Schutzmaßnahme eine gegenüber dem bisherigen Zustand erhöhte Isolation gewisser Anlagenteile (ohne Benutzung von Ableitern) vorgesehen wurde, liegen vielfach schlechte Erfahrungen vor, da durch eine solche Maßnahme etwaige Gewitterstörungen lediglich auf eine andere Stelle der Anlage verlagert wurden. In Amerika ist man deshalb mehr und mehr zur Anordnung schwächer isolierter Stellen (Schutzfunkenstrecken und

³⁾ Über Einzelheiten vgl.: P. Jacottet, Stoßüberschlagsversuche an Stabfunkenstrecken: ETZ 58 (1937) H. 23, S. 628. In dieser Zusammenstellung sind die erst neuerdings bekanntgewordenen abgeglichenen amerikanischen Stoßüberschlagswerte für negative Polarität noch nicht, sondern lediglich die negativen Überschlagswerte der General Electric Co. und der Westinghouse Mfg. Co. berücksichtigt worden, diese weichen jedoch von den hier erwähnten genormten EEI-NEMA-Mittelwerten nur unerheblich ab.

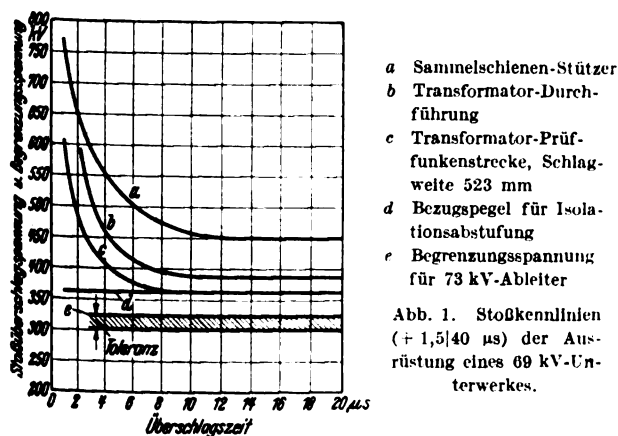
⁴⁾ Wo der Überschlag bei kleineren Überschlagszeiten (und um 5%) höheren Spannungswerten auftritt als der Mindest-Stoßüberschlagspannung der genormten Durchführung entspricht.

⁵⁾ Etwa 90% der Mindest-Stoßüberschlagspannung der genormten Durchführung.

Ableiter) vor und in den zu schützenden Unterwerken übergegangen, wobei noch als besonderer Schutz gegen unmittelbare Blitzeinschläge häufig geerdete Seile und Netze auch über den Unterwerken angeordnet werden. Unabhängig von der Art des verwendeten Schutzes gegen Gewitterüberspannungen wird aber namentlich von amerikanischen Elektrizitätswerken die Festlegung angemessener Isolationspegel für die einzelnen Anlageteile gefordert.

Um wieviel höher als der Bezugspegel die Isolation der Geräte, Schalter, Sammelschienen und übrigen Anlageteile zu wählen ist, hängt hauptsächlich von wirtschaftlichen Erwägungen sowie von der geforderten Betriebssicherheit der Anlage ab, wobei Schwere und Häufigkeit der Gewitterüberspannungen zu berücksichtigen sind. Trotz Vorliegens zahlreicher Meßergebnisse sind weitere Untersuchungen namentlich über die Steilheit der Gewitterüberspannungen bei unmittelbaren Blitzeinschlägen sowie über Stoßkennlinien der verschiedenen Isolatoren, Geräte und Ableiter erwünscht. Bei der Abstufungsfrage muß weiter in Betracht gezogen werden, daß genaue Stoßkennlinien der einzelnen Isolationsarten vielfach nicht angegeben werden können. Die der Mindest-Stoßüberschlagspannung entsprechenden Überschlagszeiten weisen nämlich gelegentlich Streuungen bis zu 100 % auf, andererseits können bei sehr kurzen Überschlagszeiten und stark überschüssiger Stoßspannung die Überschlagspannungen bis zu 100 % streuen, so daß man vielfach nicht von einer Stoßkennlinie, sondern nur von einem Stoßkennband sprechen kann [10]. Zu beachten ist ferner, daß die Stoßfestigkeit der inneren Transformatorisolation unter der Einwirkung sehr oft wiederholter Spannungsschläge abnimmt. Als roher Mittelwert kann nach Montsinger [11] hierfür eine Senkung der Stoßkennlinie um etwa 20 % gegenüber dem bei jeweils nur einem Stoß sich ergebenden Verlauf angenommen werden. Auf diese Verhältnisse mußte daher bei der Stoßprüfung von Transformatoren in der Fabrik durch entsprechenden Sicherheitszuschlag Rücksicht genommen werden.

Nach bisherigen Betriebserfahrungen und den Empfehlungen der NEMA soll die Mindest-Stoßüberschlagspannung von Trennschalterstützern um einige Prozent höher liegen als der Bezugspegel bzw. als die Stoßüberschlagspannung der Prüffunkkenstrecke von Transformatoren; die Durchführungen sollen noch etwas höher isoliert sein. Sammelschienenstützer sollten nach Ansicht verschiedener amerikanischer Fachkreise noch bedeutend stoßfester gebaut werden, da sie einerseits nur einen geringen Teil der Kosten der Unterwerksausrüstung ausmachen, die Sammelschienen aber andererseits den gegenüber Betriebsausfällen empfindlichsten Teil der Anlage darstellen.



a Sammelschienen-Stützer
b Transformator-Durchführung
c Transformator-Prüffunkkenstrecke, Schlagweite 523 mm
d Bezugspegel für Isolationsabstufung
e Begrenzungsspannung für 73 kV-Ableiter
Abb. 1. Stoßkennlinien (+ 1,5/40 µs) der Ausrüstung eines 69 kV-Unterwerkes.

Abb. 1 zeigt an Hand von Stoßkennlinien die Isolationsabstufung eines mit Ableiter ausgerüsteten amerikanischen 69 kV-Unterwerkes [7]. Die American Gas and Electric Company [8] hat in ihren Netzen Sammelschienenstützer eingebaut, deren Mindest-Stoßüberschlagspannung sogar 25 bis 50 % höher als der Bezugspegel bzw. die Stoßüberschlagspannung der Transformator-Prüffunkkenstrecke liegt. Nach den Erfahrungen eines anderen Werkes [10] genügt es dagegen, Transformator- und Schalterdurchführungen sowie Sammelschienenstützer gleich hoch zu isolieren, wobei außerdem entsprechend gleicher Festigkeitsüberschuß (etwa 10 %) für die Transformator- und Schalter-Innenisolation zweckmäßig erscheint. Die Ansichten sind also noch recht geteilt, ob in

den Umspannwerken der Transformator oder die Sammelschienen am höchsten gegenüber Spannungsschlägen zu isolieren ist.

Daß mit verminderter Isolation gelegentlich auch gute Betriebserfahrungen vorliegen, zeigt das Beispiel von 138 kV-Anlagen [8], in denen Transformatoren der Reihe 115 kV und dementsprechend Isolatoren mit Überschlagspannungen eingebaut waren, die etwa 15 % unter den NEMA-Werten lagen. Voraussetzung für den ausreichenden Gewitterschutz dieser Anlage war natürlich die Anwendung von Ableitern mit entsprechend niedriger Begrenzungsspannung.

Schutzfunkenstrecken und Ableiter [5, 6, 7].

Bei Funkenstrecken und Ableitern wird die Forderung gestellt, daß einerseits ihre Ansprechspannung ausreichend tief unter der niedrigsten Stoßüberschlagspannung der Station liegt, um sicheren Gewitterschutz zu ermöglichen, daß aber andererseits Überschläge bei Betriebsfrequenz und Schaltvorgängen vermieden werden, um einen ungestörten Dauerbetrieb zu gewährleisten.

Betriebserfahrungen in einigen amerikanischen Netzen [5] haben gezeigt, daß Schutzfunkenstrecken in Hochspannungsnetzen auf eine Regenüberschlagspannung bei Betriebsfrequenz gleich mindestens der dreifachen Sternspannung⁶⁾ einzustellen sind. Bei Mittelspannungsnetzen ist meistens ein größerer Abstand der Elektroden erforderlich mit Rücksicht auf die an sich relativ höhere Isolation der Geräte und größere Störanfälligkeit der Funkenstrecke. Über den Betrieb von Transformatoren, Schaltern und Geräten, deren Isolatoren mit derartigen Parallelfunkkenstrecken ausgerüstet waren, liegen mehrjährige, teilweise günstige Betriebserfahrungen verschiedener amerikanischer Mittel- und Hochspannungsnetze vor [5], wenn die Einstellung wie oben angedeutet vorgenommen war. Wichtig ist, daß für genügenden Abstand zwischen Funkenstrecke und Porzellankörper gesorgt wird, um Beschädigung durch den Lichtbogen zu vermeiden. Der Nachteil einfacher Funkenstrecken besteht darin, daß ihr Ansprechen bei Netzen mit isoliertem Sternpunkt zum Erdschluß, bei geerdetem Sternpunkt zum Erdkurzschluß führt, daher eine Abschaltung durch Leistungsschalter und Betriebsunterbrechung erforderlich macht⁷⁾. Gegen die Verwendung von Parallelfunkkenstrecken spricht ferner der Umstand, daß bei kurzen Überschlagszeiten und überschüssiger Stoßspannung trotz niedriger Schlagweite der obere Bereich ihrer Stoßkennlinie oft höher als die der Transformator-Innenisolation liegt und daher ein Schutz höchstens für die Durchführung, nicht aber für den Transformator selbst geboten wird. Außerdem haben Versuche gezeigt, daß der Überschlag zwar bei der Mindest-Stoßüberschlagspannung zwischen den Funkenstrecken-Elektroden in Luft erfolgt, dagegen bei überschüssiger Stoßspannung die Neigung hat⁸⁾, längs der Isolatoroberfläche zu verlaufen [10]. Aus diesen Gründen sind bei einigen Elektrizitätswerken Bestrebungen im Gange, für Durchführungen die Parallelfunkkenstrecken aufzugeben [10].

Funkenstrecken mit Vorrichtungen zur Unterbrechung des einem Überschlag nachfolgenden Stoß- und Betriebsstromes sind in Hochspannungsfreileitungen parallel zu den Hängeisolatoren und als Transformator-, Geräte- und Sammelschienenenschutz vielfach in Anwendung und haben sich gut bewährt. Derartige selbstlöschende Funkenstrecken (expulsion protective gap) haben eine obere und untere Grenze für das Abschaltvermögen. Ihr Einsatz muß sich daher nach den Betriebsbedingungen richten, da sonst zusätzliche Störungsquellen in die Anlage hineingebracht werden; jedenfalls erscheint ihre Verwendung in Netzen mit Erdschlußlöschung noch von dem Ergebnis weiterer Untersuchungen abhängig zu sein.

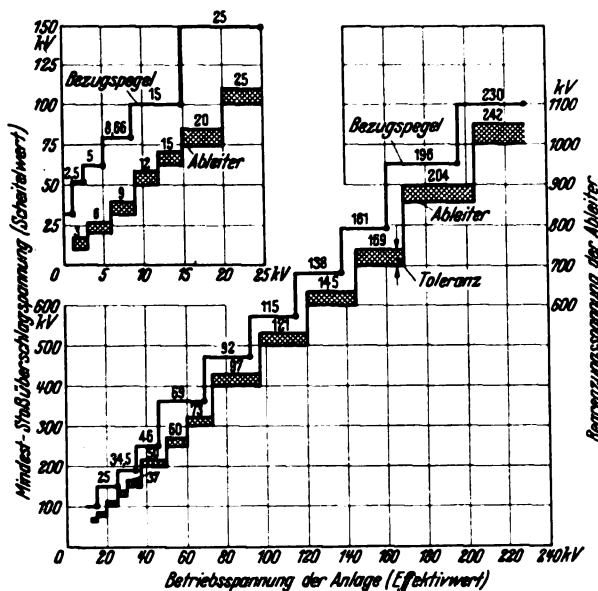
Zur wirksamen Absenkung von Gewitterüberspannungen und Unterbrechung des nachfolgenden Stromes dienen Überspannungsableiter. Die AIEE-Bestimmungen für neuzeitliche Ableiter sehen eine Zuordnung zu den ein-

⁶⁾ Über diesen Wert sind die Ansichten allerdings sehr geteilt, gelegentlich werden auch etwas niedrigere Schlagweiten für zweckmäßiger gehalten.

⁷⁾ Wesentlich günstiger liegen die Verhältnisse natürlich in Netzen mit Erdschlußlöschung, unter deren Einfluß einpolige Überschläge an den Schutzfunkenstrecken eher in Kauf genommen werden können.

⁸⁾ Ähnliche Erscheinungen sind auch beim Stoßüberschlag von Hängeketten beobachtet worden. Vgl. z. B. F. Obenaus, Der Funkenüberschlag beim Stoßüberschlag von Isolatorketten. Hesch-Mitt. 1936, H. 74/75, S. 71.

zeln genormten Betriebsspannungen vor. Für jede Reihe ist eine bestimmte Ansprech-Stoßspannung sowie Begrenzungsspannung entsprechend den jeweiligen Typen für Ableitströme von 1500, 3000 und 5000 A Scheitelwert bei einer Wellenform von $10/20 \mu s$ vorgesehen. Mit Rücksicht auf Ungleichmäßigkeit in der Herstellung, Einbauverhältnisse, Möglichkeit der Beanspruchung durch höhere Stoßströme und dgl. sind natürlich ausreichende Toleranzen auf die genormten Ansprech- und Begrenzungsspannungen zugelassen. Abb. 2 zeigt abhängig von der Betriebsspannung der Anlage die Begrenzungsspannung von Ableitern für 5000 A Ableitstrom nach den vorgeschlagenen amerikanischen Bestimmungen. Die obere Linie gibt die Mindestisolation der zu schützenden Geräte (Bezugspegel) an. Bei Netzen mit Sternpunktterdung und im Falle besonders niedriger Isolation des Netzes wird die Anwendung von Ableitern mit um 20 % geringerer



Die Zahlen über den Treppenkurven bedeuten die dem Bezugspegel bzw. den Begrenzungsspannungen der Ableiter zugeordneten höchstzulässigen Netzspannungen

Abb. 2. Bezugspegel ($1,5/40 \mu s$) für Isolationsabstufung und zugeordnete Begrenzungsspannung für Ableiter bei 5000 A Ableitstrom, abhängig von der Betriebsspannung der Anlage.

Begrenzungsspannung (80 %-Arrester) empfohlen. Ableiter haben deshalb innerhalb der Grenze ihres Ableitvermögens eine für alle Überschlagszeiten nahezu gleichmäßige Schutzwirkung, da ihre Stoßkennlinie im allgemeinen über den ganzen Bereich ähnlich flach verläuft, wie z. B. die der Transformatorisolation. Der Einbau des Ableiters sollte möglichst in unmittelbarer Nähe des zu schützenden Gerätes erfolgen.

In der Aussprache vor amerikanischen Fachkreisen [10] wurde der Gesichtspunkt betont, daß der Ableiter gelegentlich vorkommenden Stoßströmen thermisch gewachsen sein müsse, die 5000 A bedeutend überschreiten. Bei diesen hohen Ableitströmen solle aber andererseits der Spannungsabfall am Ableiter nicht so groß sein, daß durch ihn die Isolation der Geräte in den Unterwerken beschädigt werden könne. Auch diese Gefährdungsmöglichkeit müsse bei der Auswahl des Ableiters für eine bestimmte Begrenzungsspannung berücksichtigt werden, gegebenenfalls sei es zweckmäßig, in den Unterwerken zusätzliche Schutzfunkenstrecken anzuordnen.

Künftige Aufgaben.

Ein besonderer EEI-NEMA-Ausschuß für Isolationsabstufung hat sich nach Festlegung eines einheitlichen Bezugspegels, der im allgemeinen als unterste Grenze der positiven Mindest-Stoßüberschlagsspannung ($1,5/40 \mu s$) der zu schützenden Anlagenteile gelten soll, die weitere Aufgabe gestellt, die erforderliche Isolationshöhe der einzelnen Geräte gegenüber Spannungsschößen sowie die Zuordnung der verschiedenen Isolationspegel zur Betriebsspannung festzulegen. Hierbei müssen außer theoretischen Er-

wägungen natürlich wirtschaftliche Gesichtspunkte, jeweilige Betriebsbedingungen sowie die bisherigen Betriebserfahrungen der großen amerikanischen Netze berücksichtigt werden.

Ein für die kommenden Arbeiten wertvolles Kurvenblatt [8] enthält eine übersichtliche Zusammenstellung (für Betriebsfrequenz und Stoß) der Überschlagsspannungen von Stabfunkenstrecken und Hängeketten abhängig von Schlagweite bzw. Gliedzahl sowie der nach vorläufigem Entwurf vorgesehenen Überschlagswerte für Transformator-Prüffunkenstrecke, -durchführung, Trennschalterstützer und schließlich der Begrenzungsspannungen der Ableiter abhängig von der Nennspannung der Anlage.

Die Sammlung weiterer Unterlagen über Häufigkeit, Höhe und Steilheit von Gewitterüberspannungen sowie über Verhalten der verschiedenen Isolatoren, Geräte und Ableiter gegenüber Spannungsschößen auch bei großer Steilheit wird als erforderlich bezeichnet. Wenn weitere Fortschritte zur Frage der Isolationsabstufung neuer Geräte vorliegen, sollen die gewonnenen Erkenntnisse auch auf die Wahl geeigneter Schutzmaßnahmen für ältere Anlagen angewandt werden.

Auf Grund der heutigen technischen Kenntnisse faßt Montsinger [11] die sich je nach Wirtschaftlichkeit und Betriebserfordernissen ergebenden verschiedenen Möglichkeiten des Schutzes von Unterwerken gegen Blitzeinwirkungen wie folgt zusammen, wobei das Hauptgewicht auf die Anwendung von Überspannungsableitern gelegt und die Vor- und Nachteile der verschiedenen Schutzmaßnahmen erörtert werden:

1. Vollständiger Schutz. Unterwerke mit Überspannungsableitern ausgerüstet. Erdseilschutz über den Unterwerken sowie über den einlaufenden und abgehenden Leitungen auf eine Länge von etwa 800 m, falls nicht die gesamte Leitung Erdseilschutz besitzt. Bei sehr hoher Freileitungsisolations gegebenfalls Anordnung selbstlöschender Funkenstrecken etwa 800 m vor den Unterwerken.
2. Eingeschränkter Schutz.
 - a) Unterwerke mit Überspannungsableitern ausgerüstet. Gegebenenfalls Anordnung zusätzlicher Funkenstrecken in den Unterwerken. Kein Erdseilschutz gegen unmittelbare Blitzeinschläge⁹⁾.
 - b) Unterwerke mit Schutzfunkenstrecken ausgerüstet, aber ohne Ableiter. Erdseilschutz über den Unterwerken und gegebenenfalls auf eine bestimmte Länge der angrenzenden Leitungen. Erforderlichenfalls Anordnung von selbstlöschenden Funkenstrecken auf der Freileitung in einiger Entfernung von den Unterwerken.
 - c) Unterwerke mit Schutzfunkenstrecken ausgerüstet, aber ohne Ableiter. Kein Erdseilschutz gegen unmittelbare Blitzeinschläge.

P. J a c o t t e V D E.

Schrifttum.

1. Basic Impulse Insulation Levels. Bericht des EEI-NEMA-Ausschusses für Isolationsabstufung. Electr. Engng. 56 (1937) S. 711; 1 1/2 S.
2. Flashover Characteristics of Rod Gaps and Insulators. Bericht eines Unterausschusses (zur Vereinheitlichung der Laboratoriums-Messergebnisse) des EEI-NEMA-Ausschusses für Isolationsabstufung. Electr. Engng. 56 (1937) S. 712; 2 1/2 S., 1 Abb.
3. Insulation Strength of Transformers. Bericht des Transformator-Ausschusses des AIEE. Electr. Engng. 56 (1937) S. 749; 6 S., 1 Abb.
4. J. K. Hodnette u. L. R. Ludwig, Surge Protection of Distribution Systems. Electr. Engng. 56 (1937) S. 683; 6 S., 3 Abb.
5. H. L. Melvin u. R. E. Pierce, Application of Spill Gaps and Selection of Insulating Levels. Electr. Engng. 56 (1937) S. 689; 6 S., 2 Abb.
6. Distribution Lightning Arrester Performance Data. Bericht des AIEE-Ausschusses für Überspannungsableiter. Electr. Engng. 56 (1937) S. 576; 1 1/2 S., 3 Abb.
7. J. H. Foote u. J. R. North, Application of Arresters and the Selection of Insulation Levels. Electr. Engng. 56 (1937) S. 677; 6 S., 6 Abb.
8. Ph. Sporn u. I. W. Gross, Insulation Co-ordination. Electr. Engng. 56 (1937) S. 715; 5 S., 3 Abb.
9. AIEE Explores Technology and Civic Engineering. Electr. Wld. N. Y. 108 (1937) H. 1, S. 37; 4 S.
10. Diskussionsbeiträge zu den unter 1, 3, 5, 7 und 8 genannten Berichten von: J. H. Foote, J. R. North, M. H. Lovelady, H. L. Rorden, K. B. McEachron, J. T. Lusignea, P. M. Ross, H. Halperin, E. Piepho, H. K. Sels, L. G. Smith, F. J. Vogel, V. M. Montsinger. Electr. Engng. 56 (1937) S. 1290; 9 S., 4 Abb. und Schlußworte der Verfasser in Electr. Engng. 56 (1937) S. 1405; 3 S.
11. V. M. Montsinger, Insulation Co-ordination and Protection of Power Transformers Against Impulse Voltages. Gen. Electr. Rev. 40 (1937) S. 454; 8 1/2 S., 3 Abb.

⁹⁾ Diese Verhältnisse liegen meist in Mittelspannungsnetzen vor.

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 311. 21 (494) **Das Werden des Kraftwerkes „Augst“.** — Als zweites der Niederdruckwerke am Hochrhein wurde in den Jahren 1912/15 das Doppelwerk Augst-Wyhlen in Betrieb gesetzt. Die Konzessionsverhandlungen mit den Uferstaaten gestalteten sich recht langwierig. Deutscherseits ergaben sich Verzögerungen im Zusammenhang mit der Ausnutzung des Gefälles der Rheinfelder Stromschnellen. Der obere Teil dieses Gefälles wurde von den Kraftübertragungswerken Rheinfelden ausgebaut, nachdem die Aluminium-Industrie A.-G., Neuhausen, und einige andere industrielle Großunternehmen sich entschlossen hatten, in Rheinfelden Niederlassungen zu errichten. (Inbetriebnahme des Kraftwerks Rheinfelden mit einer Höchstleistung von 25 000 kW, von denen je 50% Deutschland und dem Kanton Aargau zufließen, im Jahre 1898.) Der untere Teil des Gefälles ist mit jenem der 1907 baureif gewordenen Staustufe Augst-Wyhlen zusammengefaßt worden. Das 212 m lange Stauwehr des Doppelwerkes Augst-Wyhlen (linksrheinisch Krafthaus Augst des Kantons Basel-Stadt, rechtsrheinisch Krafthaus Wyhlen der K. Ü. W. Rheinfelden) wird alljährlich wechselnd von dem deutschen und dem schweiz. Partner bedient. Jedes Werk besitzt 10 Francis-turbinen ($n = 107$ U/min) und Generatoren für 6800 V; $i = 50$ Hz. Je nach Wasserverhältnissen leistet jedes Werk 8000 bis 20 000 kW. Im Werk Augst, das 1936 infolge sehr günstiger Wasserführung des Rheins mit fast 150 Mill kWh die bisher höchste Erzeugung erreichte, traten während des nun 25jährigen Betriebes nur 7 Störungen von Minutendauer auf. Gesamterzeugung in dieser Zeit über 2,5 Mrd kWh. Abnutzungserscheinungen an Turbinenlaufrädern und Maschinenlagern „können kaum festgestellt werden“. Ausgewechselt wurden die veralteten Turbinenregler und im Laufe der letzten Jahre die Ständerwicklungen der zuerst in Betrieb genommenen 8 Stromerzeuger. Durch Änderungen in den Rechenanlagen (Entfernung der Grobrechnen, Vergrößerung des Stababstandes der Feinrechen von 31 auf 52 mm, Inbetriebnahme einer Rechenreinigungsmaschine) ist fast ganz jener Gefällsverlust beseitigt worden, welcher vorher bei Hochwasser durch Schwemmelstauungen entstand. [E. Rometsch, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 28 (1937) S. 613; 7 S., 3 Abb.] *se.*

Elektromaschinenbau.

621. 313. 333. 2. 012. 6 **Beitrag zur Bestimmung der Ortskurve und des Drehmomentes eines Doppelnutmotors.** — In dem Buch von Punga-Raydt¹⁾ ist zur Bestimmung der Ortskurve eines Doppelnutmotors ein graphisches Verfahren angegeben, das jedoch nur für Motoren mit vernachlässigbarem Ständerwiderstand gültig ist. Krondl²⁾ geht wie in der vorliegenden Arbeit³⁾ von Berg vom Impedanzdiagramm aus; er stellt aber die Ortskurve für die Impedanz des Läufers ohne Nutzreaktanzen X_{11} (bzw. Leerlaufadmittanz) auf, wofür er eine kubische Parabel erhält; den Magnetisierungsstrom fügt er dann nach der Inversion im Stromdiagramm hinzu. Berücksichtigt man jedoch in der von Punga-Raydt angegebenen Ersatzschaltung für den Läufer mit Doppelkäfig die Nutzreaktanzen, so erhält man als Ortskurve dieser Ersatzschaltung eine bizirkuläre Quartik; sie läßt sich leicht graphisch aus zwei Kreisen gewinnen, da die Mittelpunkte beider Kreise auf der reellen Achse liegen. Aus dieser Ortskurve erhält man dann nach Hinzufügen der Ständerimpedanz durch Inversion sofort die Ortskurve des Ständerstromes eines Doppelnutmotors und das Drehmoment als Produkt aus Phasenzahl und Quadrat des Ständerstromes X der Strecke in der Ortskurve der Impedanz des Läufers, die mit der Netzspannung phasengleich ist.

Für die Ersatzschaltung aus der Läuferimpedanz und der Nutzreaktanzen X_{11} führte R. Brüderlink⁴⁾ bis auf den Faktor X_{11}

¹⁾ F. Punga und Raydt, Drehstrommotoren mit Doppelkäfiganker und verwandte Konstruktionen; Berlin: J. Springer 1931.

²⁾ M. Krondl, Das Arbeitsdiagramm des Boucherot-Motors; Elektrotechn. u. Masch.-Bau 49 (1931) S. 161.

³⁾ H. Th. Berg, Einphasen-Kondensatormotoren mit Doppelkäfiganker, Dissertation T. H. Darmstadt 1934.

⁴⁾ R. Brüderlink, Die Induktionsmaschine als Phasenumformer, Arb. elektrotechn. Inst. T. H. Karlsruhe, Bd. 4 (1920/24).

den Ausdruck „Dämpfungsfaktor“ ein; dieser bringt schon beim symmetrischen mehrphasigen Doppelnutmotor einige Vorteile; Brüderlink zeigte jedoch, daß sich bei Einphasen- und unsymmetrischen Mehrphasensystemen durch gleichzeitige Anwendung der symmetrischen Komponenten noch größere Vereinfachungen ergeben. Dieses Verfahren führte auch in der Bergschen Arbeit zu einer neuen graphischen Konstruktion für die Ortskurven der Ströme eines Einphasen-Kondensatormotors mit Doppelkäfig, was noch in einer späteren Arbeit behandelt werden soll. [H. Th. Berg, Arch. Elektrotechn. 32 (1938) H. 2, S. 131; 7 S., 4 Abb.]

621. 313. 333. 2. 017. 2 **Der Temperaturverlauf in einem Stab eines Stromverdrängungs-Käfigläufermotors in Abhängigkeit von Ort und Zeit während des Hochlaufes.** — Ausgehend von in der Praxis beobachteten Schäden an Asynchron-Kurzschlußläufern für den schwersten Betrieb, die die Vermutung innerer Spannungen in den Stäben nahelegten, versucht Roßmaier, in einer Untersuchung über den Verlauf der Temperaturen im Käfig beim Einschalten eines Stromverdrängungsläufermotors eine Erklärung für diese Erscheinungen zu geben. Dabei wird gezeigt, daß die übliche Berechnung der Wärmekapazität unter Zugrundelegung des ganzen Stabquerschnittes beim Hochstabläufer nicht stichhaltig ist, vielmehr bei einer genauen Untersuchung auf Stabform und Wärmeübergangswiderstand vom Kupfer an Eisen geachtet werden muß. Die Endformeln werden in eine Form gebracht, die erkennen läßt, wie die Temperatur über die Stabhöhe sich verteilt, wobei als charakteristische Beanspruchungsgrößen vor allem die Schwungergie des Aggregates und die Wärmekapazität der Wicklung auftreten. Eine Angabe zur ungefähren Näherung für Überschlagerrechnungen und eine Abschätzung der Einflüsse der Vernachlässigungen beschließen die Arbeit. [V. Roßmaier, Arch. Elektrotechn. 32 (1938) H. 2, S. 124; 8 S., 5 Abb.]

Geräte und Stromrichter.

621. 319. 4 : 621. 316. 933. 6. 001. 4 **Untersuchungen an Kathodenfallableitern mit hohen Stoßströmen.** — Die Erfahrung hat gelehrt, daß in Mittelspannungsnetzen von rd. 100 Stationen eine je Jahr von einem unmittelbaren oder in

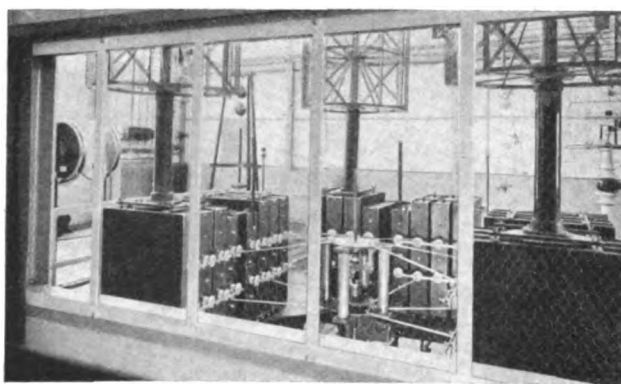


Abb. 1. Kondensatorenbatterie für die Stoßstromlieferung.

nächster Nähe der Station in die Leitung einschlagenden Blitz getroffen wird. Es ist erstrebenswert, auch in diesem Falle Störungen in der Anlage zu vermeiden. Überspannungsableiter, die gegenüber unmittelbaren Blitzschlägen schützen sollen, müssen in der Lage sein, sowohl gewaltige Ströme abzuleiten als auch die Überspannung dabei auf einen hinreichend niedrigen Wert zu begrenzen. Auf Grund von umfangreichen Messungen, die von der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen in Deutschland und von ausländischer Seite durchgeführt wurden, wissen wir heute, daß die im Blitzkanal auftretenden Ströme in den weitaus meisten Fällen kleiner als 70 000 A sind. Nur in seltenen Ausnahmefällen treten

Stromstärken bis zu 200 000 A auf. Um die Eigenschaften von Überspannungsableitern, insbesondere ihres Widerstandswerkstoffs, beim Durchgang von Stromstärken in der Größenordnung der Blitzströme näher erforschen zu können, wurde neuerdings eine Kondensatorbatterie von erheblicher Kapazität aufgestellt, mit deren Hilfe Stoßströme bis zu 300 000 A erzeugt werden können (Abb. 1).

Versuche, die an den spannungsabhängigen Widerstandsscheiben von Kathodenfallableitern durchgeführt wurden, haben gezeigt, daß diese Scheiben in der Lage sind, im Grenzfalle Stromstärken bis zu 240 000 A standzuhalten. Wichtiger ist jedoch die Tatsache, daß dabei die Spannung an den Widerstandsscheiben infolge der starken Spannungsabhängigkeit des Widerstandsstoffes verhältnismäßig klein ist. Der zeitliche Verlauf eines der Scheiben durchfließenden Stromes von 240 000 A und die gleichzeitig

dabei an dem Widerstandsblock auftretende Begrenzungsspannung ist in den Kathodenstrahl-Oszillogrammen Abb. 2 wiedergegeben. Hieraus ist zu ersehen, daß die „Ansprechspitze“, d. h. der höchste an dem Block auftretende Spannungswert, das 4,2fache des Scheitelwertes der höchstzulässigen Betriebsspannung U_b erreicht (U_b ist die 1,15fache Nennspannung des Ableiters). Die Ansprechspitze von 4,2-fachem Wert tritt jedoch nur innerhalb des „Wirkungsverzuges“ auf, der in diesem Falle 3 bis 5 μ s dauert. Nach dieser Zeit beträgt die „Begrenzungsspannung“ das 3,3fache von U_b , wie das Spannungsozillogramm zeigt. Zum Beispiel ergibt sich für einen 20 kV-Kathodenfallableiter demgemäß eine Begrenzungsspannung von

$$3,3 \cdot 1,15 \cdot 20 \cdot \sqrt{2} = 108 \text{ kV,}$$

während die zugehörige Isolation eine Mindestüberschlag-Stoßspannung von 140 kV hat. Aus dieser Feststellung geht hervor, daß die Widerstandsscheiben der Kathodenfallableiter bereits so weit durchgebildet sind, daß sie die Forderung der Spannungsbegrenzung bis zu den höchsten Stoßströmen erfüllen. Auf dem Wege zu dem Ziel, den Ableiter „gewitterfest“ zu machen, ist hiermit bereits ein bemerkenswerter Fortschritt zu verzeichnen.

R. Foitzik VDE, Berlin.

621. 314. 652. 001. I Zum Zündvorgang beim gittergesteuerten Stromrichter mit flüssiger Kathode.

Zur Untersuchung des Zündvorganges an einem gittergesteuerten Quecksilberdampf-Gleichrichter werden statische Gitter- und Anodenvorstromkennlinien bei verschiedenen Betriebszuständen aufgenommen. Aus dem Verlauf der Meßkurven ist zu erkennen, daß die Zündung des Bogens auf die Hauptanoden im betriebswarmen Zustand des Gleichrichters, d. h. bei genügend hohem Dampfdruck, in einer der Zündung eines gittergesteuerten Glühkathoden-Gleichrichters sehr ähnlichen Weise erfolgt. Die Rolle der Glühkathode spielt hier eine vor dem Gitter auftretende, durch Diffusion aus dem Erregerbogen ständig ergänzte Raumladung (Plasma) mit bestimmtem Raumpotential. Ein gegen dieses Raumpotential stark negatives Gitter entnimmt dem Plasma einen gesättigten Ionenstrom. Hierbei ist der Gitter-Anoden-Raum gegen das Plasma durch die das Gitter umhüllende, positive Raumladungsschicht abgeschirmt. Die Schirmwirkung des Gitters verschwindet aber, wenn durch Herabsetzung der negativen Spannung zwischen Gitter und Raumladung genügend schnelle Elektronen gegen diese Spannung anlaufen und in das Gebiet Gitter—Anode eintreten können. Hier erzeugen sie durch Stoß positive Ionen. Ein Teil dieser Ionen läuft auf das negative Gitter. Es werden aber einige Ionen vermöge ihrer kinetischen Energie die Gitteröffnungen durchstoßen und in die positive Raumladungsschicht

vor dem Gitter eintreten. Durch ihre positive Ladung wirken sie wie eine positive Vergrößerung der Gitterspannung, wodurch der Neueintritt von Elektronen in den Gitter-Anoden-Raum begünstigt wird. Die Zündung einer selbständigen Entladung auf die Anode erfolgt dann, wenn jedes anlaufende Elektron im Gitter-Anoden-Raum im Mittel so viel Ionen erzeugt, daß diese wiederum im Mittel einem neuen Elektron den Eintritt in den Gitter-Anoden-Raum gestatten.

Grundsätzlich anders verläuft der Zündvorgang bei niedrigen Dampfdrücken, wie sie hauptsächlich beim Einschalten des Gleichrichters vorliegen. Hier zündet der Bogen zur Anode erst dann, wenn zwischen Gitter und Kathode eine selbständige Entladung nach fallender Kennlinie brennt, deren Stromstärke durch den Gitterwiderstand begrenzt wird. Der der Steuereinrichtung im Augenblick der Zündung zu entnehmende Strom läßt sich im Falle des Auftretens einer fallenden Gittervorstromkennlinie durch Verwendung eines Gitterkondensators herabsetzen. [Erwin Schmidt, Z. techn. Phys. 18 (1937) S. 480; 5 S., 11 Abb.] *eb.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 319. 4. 014. 33. 001. 4 **Quantitative Messungen an Kondensatorentladungen.** — Zur quantitativen Erfassung von Kondensator-Stoßentladungen ist besonders die Messung des zeitlichen Stromstärkeverlaufs von Bedeutung. Es werden deshalb Meßverfahren angegeben, die ohne kostspielige Instrumente lediglich mittels eines ballistischen Galvanometers drei charakteristische Größen der Stromstärke — Zeitkurve zu messen gestatten: die höchste Stromstärke, die höchsten Steilheiten des Stromanstiegs und Stromabfalls (dI/dt)_{max} sowie die Funkendauer. Zur Messung der höchsten Stromstärke dient ein an dieser Stelle ¹⁾ bereits beschriebenes Meßverfahren mittels magnetisierter Stahlstäbchen, zur Messung der Steilheiten und der Funkendauer zwei einfache Röhrenschaltungen in Verbindung mit einem ballistischen Galvanometer. Die Meßverfahren wurden zunächst auf den Fall aperiodischer Entladungen eines auf 3000 bis 10 000 V aufgeladenen 1 μ F-Kondensators durch Wasserstoff-Entladungsröhren bei einigen Zentimeter Druck angewandt und die Ergebnisse in Kurvenform in Abhängigkeit von der Zündspannung dargestellt. Die Höchststromstärken lagen zwischen 300 und 1300 A, die Steilheiten betragen etwa 10^8 A/s, wobei die maximale Anstiegs-Steilheit jeweils erheblich größer war als die des Abfalls. [E. Blum u. W. Finkelnburg, Z. techn. Phys. 18 (1937) S. 485; 2 $\frac{1}{2}$ S., 5 Abb.] *Fkg.*

621. 317. 754 : 61 Prüfen und Aufzeichnen des Elektrokardiogramms mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen.

Wenn der Schirm der Braunschen Röhre mit einer nachleuchtenden Masse versehen wird, kann das Elektrokardiogramm sichtbar am Bett des Patienten betrachtet werden. Man nutzt dabei die zwei Freiheitsgrade der Braunschen Röhre aus, so daß das Elektrokardiogramm unmittelbar auf dem Schirm dargestellt werden kann. Um eine möglichst hohe Ausschlagsempfindlichkeit zu erzielen, wurde eine gasgefüllte Braunsche Röhre verwendet. Die sehr störende Anfangsverzerrung — Nichtlinearität zwischen angelegter Plattenspannung und Ausschlag — ist durch die von M. von Ardenne angegebene Aufteilung des Plattenpaares vermieden. Da der Fehler durch das zweite Plattenpaar der x-Achse von geringer Bedeutung und leicht zu sehen ist, kann er vom Beobachter berücksichtigt und in Kauf genommen werden, so daß hierfür nur das y-Plattenpaar aufgeteilt zu werden braucht. Die Empfindlichkeit der Braunschen Röhre beträgt bei einer Anodenspannung von 700 V 0,5 mm je Volt angelegter Plattenspannung auf dem Schirm. Zur Erzielung des vollen Ausschlages sind etwa ± 100 V Gleichspannung erforderlich. Infolge dieser relativen Spannungsunempfindlichkeit wird es notwendig, die nur etwa 1 mV betragende Herzaktionsspannung zu verstärken. Dies geschieht mittels eines dreistufigen widerstandskapazitätsgekoppelten Röhrenverstärkers mit einem Verstärkungsfaktor von 120 000.

Von den elektrischen Nebenerscheinungen sind besonders zu erwähnen: Hautwiderstand, Hautspannung sowie die Polarisationskapazität der Haut. Der Widerstand des menschlichen Körpers von einem Punkt unter der Haut nach einem anderen Punkt unter der Haut beträgt nur einige hundert Ohm. Fast der gesamte Widerstand des Patienten liegt in der Haut selbst, in erster Linie in der äußersten Schicht, der Epidermis. Wenn keine nicht polarisierbaren Elektroden verwendet werden, wird

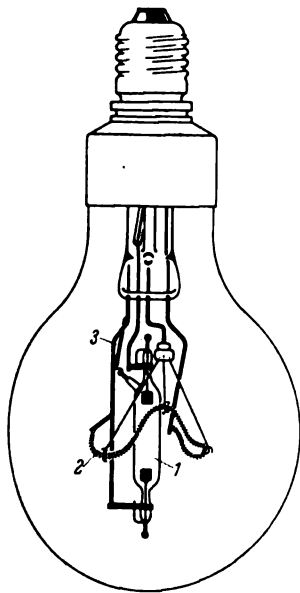
¹⁾ ETZ 58 (1937) S. 604.

der Widerstand des Patientenstromkreises sehr viel höher infolge der Polarisierung der Elektroden durch den hindurchfließenden Strom. Einer der wichtigsten Vorzüge der „Spannungselektrokardiographie“ liegt nun darin, daß durch die Verwendung von Verstärkerröhren dem Patienten überhaupt kein Strom entnommen wird, sondern daß nur die Potentialdifferenzen von der Körperoberfläche abgeleitet werden. Es fallen somit alle Verzeichnungen des Kardiogramms fort, die bei stromverbrauchenden Geräten, wie z. B. Saitengalvanometern, durch die Polarisationskapazität der Haut in Erscheinung treten. Diese Frage ist von Lewis, Pardee und Lueg-Gaarz in eingehender Weise behandelt worden. Von den beiden letzteren wurde auf die erheblichen Vorzüge der Verstärker-Elektrokardiographen hingewiesen¹⁾.

Das Gerät ist mit einer Kamera ausgestattet, die das Kardiogramm auf photographischem Papier normaler Filmbreite (35 mm) aufzeichnen gestattet. [Douglas Robertson, J. Inst. electr. Engrs. 81 (1937) S. 497; 18 S., 21 Abb.] Grz.

Lichttechnik.

621. 327. 3+ .326. 4 : 613. 4 Eine neue Strahlungsquelle für Ultraviolett-Bestrahlung. — Zu den zwei wichtigsten Gruppen von Strahlern, die im Verlaufe der Entwicklung von ultravioletten Strahlungsquellen entstanden sind, den aus Quarzglas bestehenden Quecksilber-Hochdrucklampen (HgH-Lampen) und den Kohlebogenlampen, tritt eine neuartige Strahlungsquelle für Allgemeinbestrahlung in Gestalt des Vitalux-U-Strahlers hinzu. Bei diesem ist die in den letzten Jahren immer mehr allgemein anerkannte Forderung nach Sonnenähnlichkeit der künstlichen Strahlungsquellen weitgehend berücksichtigt. Diese Sonnenähnlichkeit der Strahlung wurde durch Zusammenbau einer kleinen Quecksilber-Hochdrucklampe aus Quarzglas²⁾ und einer normalen Glühlampenwendel erreicht. Beide Teile sind zu einer Einheit vereinigt und in einem glühlampenähnlichen Kolben aus UV.-durchlässigem Glas untergebracht (Abb. 3). Glühlwendel und HgH-Röhrchen sind elektrisch hintereinander geschaltet; die Glühlwendel



Der Quecksilber-Hochdruckbrenner aus Quarzglas (1) ist in Reihe mit der Wolframwendel (2) geschaltet. Der Zündwiderstand (3) führt zur Zündsonde des Brenners.

Abb. 3. Innenaufbau des neuen UV-Strahlers.

wirkt dabei schaltungstechnisch als der für die HgH-Entladung mit ihrer fallenden Kennlinie erforderliche Begrenzungswiderstand, so daß kein weiteres Schaltelement, etwa eine Drossel, benötigt wird. Das HgH-Röhrchen wird wie üblich mit Hilfe einer Zündsonde gezündet, die über einen hochohmigen Zündwiderstand an den Stromkreis angeschlossen ist. Die Leistungsaufnahme des Strahlers beträgt 300 W, wobei 75 W auf den HgH-Brenner und 225 W auf die Glühlwendel entfallen. Der Strahler wird in den Reflektoren der schon bekannten Vitalux-Lampe verwendet. Im Betrieb liefert der HgH-Brenner im wesentlichen den Strahlungsstrom im UV., die Glühlwendel im wesentlichen im Ultrarot. Der Außenkolben besteht aus einem Sonderglas, das im UV. die kurzwellige Strahlung des HgH-Brenners unter 280 mμ unterdrückt, um das UV.-Spektrum des Strahlers hinsichtlich der Energieverteilung an die Sonnenstrahlung anzupassen. Die Messung der Energieverteilung ergibt, daß der Anteil des im mittelwelligen UV.-Gebiet (320 bis 280 mμ) liegenden erythem erzeugenden Strahlungsstromes an der Gesamtstrahlung der gleiche ist wie bei der Sonne im Hochgebirge (etwa 0,6%). Ferner sind auch die Bestrahlungsstärken des

neuen Strahlers in einem Vitaluxreflektor in 1 m Abstand in der Reflektorachse von der gleichen Größe wie bei der Sonne, wie die folgende auszugsweise gebrachte Tafel zeigt, so daß auch die im biologischen Bestrahlungsversuch gemessene Zeit für die

Zahlentafel 1. Die Strahlungseigenschaften der Vitalux-U im Reflektor in 1 m Abstand in der Reflektorachse und der Mittagssonne im Hochgebirge.

	Bestrahlungsstärke für die Gesamtstrahlung W/cm²	Anteil an der Gesamtstrahlung für verschiedene Spektralbereiche in %		
		ultrarot sichtbar	langwelliges UV.	mittelwelliges UV. (320...280 mμ)
Vitalux-U . . .	0,060	93,7	4,7	1,0
Sonne	0,105	52,2	43,0	4,3
				0,67
				0,58

Erythemschwelle mit 4,5 bis 7,5 min die gleiche ist wie bei der Sonne (etwa 5 min). [H. Krefft, K. Larché u. A. Rüttenauer, Licht 7 (1937) S. 251; 6½ S., 8 Abb.] K. La.

Elektrowärme.

621. 365. 45 : 644. 62. 004. 5 Temperaturaufschaukelung bei elektrischen Heißwasserspeichern. — Werden einem Heißwasserspeicher im Überlaufverfahren häufig kleinere Heißwassermengen entnommen, so kann hierbei durch die unten im Speicher liegenden Kaltwasserschichten der Temperaturregler so stark abgekühlt werden, daß er den Heizkörper wieder einschaltet. Bei verhältnismäßig langen Heizelementen wird dann aber das oben im Speicher befindliche Heißwasser ebenfalls mit erhitzt, was zu einer Überhitzung, d. h. einem Überschreiten des Siedepunktes, führen kann. Unter stark vereinfachten Annahmen kann die Überhitzungstemperatur errechnet werden nach der Gleichung:

$$T_w(\max h_h) = T_w + \frac{h_h}{h_t} (T_w - T_k),$$

dabei sind:

- T_w Temperatur des erhitzten Wassers
- T_k Kaltwassertemperatur
- h_h Höhe des Heizkörpers
- h_t Tauchlänge des Temperaturreglers.

Die Überhitzungstemperatur steigt also mit der Heizkörperlänge und verringert sich bei größerer Tauchlänge des Temperaturreglers, und zwar unabhängig von der Empfindlichkeit des Reglers. Für $h_h = 300$ mm und $h_t = 400$ mm, $T_k = 10^\circ\text{C}$ und $T_w = 80^\circ\text{C}$ ergibt sich eine Überhitzungstemperatur von $132,5^\circ\text{C}$. Bei genauerer Berechnung ergibt sich eine Überhitzung von 123°C , was infolge Dampfbildung schon zu recht unangenehmen Störungen führen kann. Als Abhilfe ist die Forderung: möglichst kurzer Heizkörper, möglichst langes Reglerrohr aufzustellen, eine Bauregel, die in Deutschland bei den meisten Speicherbauarten schon seit langem befolgt wird. [M. Egli, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 28 (1937) S. 620; 3 S., 3 Abb.] Mö.

Fernmeldetechnik.

621. 395. 001. 2 Praktische und theoretische Rechnungsunterlagen für den Fernspreverkehr. — Nach allgemeinen Ausführungen über die Notwendigkeit von Berechnungen für die Feststellung des Bedarfs an Schaltgliedern und Leitungen und dazu geeigneter Ermittlungsunterlagen, wird das Gebiet der großen Verluste behandelt. F. Lubberger vertritt den Standpunkt, daß allgemein brauchbare Unterlagen von Messungen ausgehen müssen und daß dann daran sehr wohl Folgerungen für noch nicht gemessene Gebiete geknüpft werden können, die aber bald durch Messungen zu prüfen sind. Es kann nur als Behelf angesehen werden, wenn in manchen Fällen mangels jeglicher Messungen nach rein theoretischen Unterlagen gearbeitet werden muß. — Die Messung der Verluste und die gebräuchlichen Meßverfahren werden erörtert. Die bisherigen Meßergebnisse lassen den Einfluß der Zahl der Gesprächsquellen nicht erkennen. — Besondere Schwierigkeiten bereitet es der Theorie, daß die Meßwerte für gleiche Leistungen sehr stark streuen. Die Theorie müsse nicht genaue Punkte, sondern Streufelder liefern, in die die gerechnete Linie einzuzeichnen ist, weil die Versuche, wirklichkeitsnahe Mittellinien zu finden, die über große Gebiete mit den praktischen Linien übereinstimmen, bisher nicht befriedigt haben. — Langer hat

¹⁾ ETZ 58 (1932) S. 1042.

²⁾ K. Larché u. M. Reger, ETZ 58 (1937) S. 790.

in vollkommenen Bündeln wie auch in unvollkommenen Bündeln bis zu 5% Verlust gemessen. Unterlagen für höhere Verluste sind aber erwünscht. Die theoretisch gefundenen Werte sind nur bis etwa 1% brauchbar. Lubberger hat ein Verfahren zur Berechnung gemischter Felder angegeben, das gute Übereinstimmung mit den bisher bekannt gewordenen Meßergebnissen zeigt; der Grundgedanke der Berechnung wird eingehend erläutert. — Die Spitzenbreiten gemischter Felder in der Gefährzeit lassen sich theoretisch noch nicht unmittelbar berechnen. Ein behelfsmäßiges Rechenverfahren wird angegeben. Nach Erörterung des Einflusses der Wiederholung besetzt gemeldeter Versuche und des Übergreifens auf den Verlust werden noch kurz einige andere Staffelttheorien (M. Merker, Conny Palm, L. Kosten) gestreift, denen praktisch wenig Bedeutung zukommt.

Anmerkung des Berichters: Mittelwerte sind rein-theoretische Zahlen, die u. U. in der Wirklichkeit nicht vorkommen und um die die wirklichen Einzelwerte je nach der Eigenart der durch sie zu kennzeichnenden Erscheinung oft recht weit nach oben und unten verstreut liegen. Die Bezeichnung „wirklichkeitsnahe“ für Mittelwerte kann deshalb leicht falsch verstanden werden. Eine solche Bezeichnung kann nur ausdrücken wollen, daß eine geringe Streuung der Einzelwerte um den Mittelwert verlangt wird. Vom Fernsprechkverkehr wird erfahrungsgemäß diese Forderung nicht erfüllt. Das wissenschaftlich-statistische Verfahren gibt aber an, wie in solchen Fällen zu verfahren ist. Weichen nur wenige Einzelwerte stark ab, so sind sie auszuscheiden, wobei die Gründe der außergewöhnlichen Abweichungen zu ermitteln und diese Fälle gesondert zu behandeln sind. Streuen zahlreiche Einzelwerte stark, so unterteilt man das Streufeld in zwei und mehr Teile, für die je für sich ein Mittelwert aus den jeweils darin zusammengefaßten Einzelwerten gebildet wird. [F. Lubberger, Z. Fernmeldetechn. 18 (1937) S. 89; 5 1/2 S., 10 Abb.] Rlg.

621. 396. 647. 2 : 621. 395. 43. 029. 5 **Verstärker für Trägerfrequenzsystem.** — Die Verstärkerausrüstung der amerikanischen Breitband-Kabelverbindung New York—Philadelphia wird beschrieben¹⁾. Bei einem übertragenen Frequenzband von 60 bis 1024 kHz können 240 trägerfrequente Ferngespräche übertragen werden. Die hohe Verstärkerfeldämpfung und der große Dämpfungsunterschied im übertragenen Frequenzband bedingen eine außerordentlich genaue Einstellung des Frequenzganges der Verstärkung in den 9 Zwischenverstärkern. Die Verstärkerfeldlänge beträgt durchschnittlich 18 km, die Verstärkerfeldämpfung für die höchste Übertragungsfrequenz etwa 6,5 Neper. Ein Teil der Zwischenverstärker arbeitet ohne ständige Bedienung und ist in Kabelschächten oder sonst geeigneten Räumen untergebracht. Die Änderung der Kabelämpfung durch Temperaturschwankungen, die Änderung der Verstärkung der Zwischenverstärker durch Netzschwankungen usw. wird selbsttätig ausgeglichen. Zu diesem Zweck werden zwei Signalfrequenzen am unteren und oberen Ende des übertragenen Frequenzbandes über das Kabel übertragen und hinter jedem zu regelnden Verstärker ausgesiebt. Nach Gleichrichtung regeln die beiden Frequenzen ähnlich der Fadingregelung in einem Rundfunkempfänger die Verstärkungsziffer des Zwischenverstärkers. Ist die Frequenz 60 kHz zu schwach, so wird die Verstärkungsziffer für alle übertragenen Frequenzen gleichmäßig erhöht. Ist dagegen die Frequenz 1024 kHz zu schwach, so wird der Frequenzgang des Verstärkers so geändert, daß die hohen Frequenzen bevorzugt werden. Von den 10 Verstärkern der Kabelverbindung ist die Hälfte mit dieser selbsttätigen Regelung ausgerüstet. Zum Betrieb der nicht bedienten Zwischenverstärker wird technischer Wechselstrom über das Breitbandkabel selbst den Verstärkern zugeführt, die mit den zugehörigen Weichen usw. in einen wasserdichten Metallkasten eingebaut sind. Die beschriebene Verstärkerausrüstung, die zunächst nur als Versuchsausführung angesehen wird, arbeitet zufriedenstellend. Für eine längere Verbindung wird die augenblickliche Nebensprechfreiheit zwischen den beiden Übertragungsrichtungen noch nicht für ausreichend gehalten. Auch eine weitere Verbesserung der Verstärker selbst erscheint notwendig und auch durchaus möglich, wie überhaupt die weitere Entwicklung der Breitbandkabeltechnik für Vielfach-Fernsprechen und Fernsehen als aussichtsreich beurteilt wird. [Bell Labor. Rec. 15 (1937) S. 385; 5 S., 6 Abb.] Rlg.

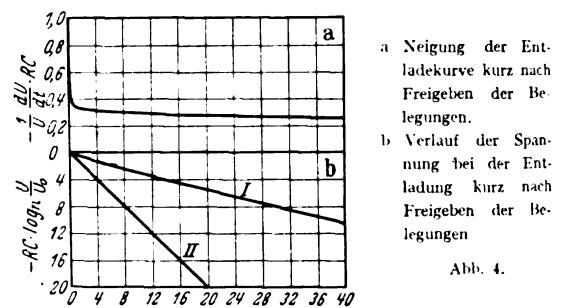
¹⁾ S. auch ETZ 58 (1937) S. 770.

Theoretische Elektrotechnik.

53. 081. 6 **Giorgisches Maßsystem.** — Im Jahre 1935 hat bekanntlich die Internationale Elektrotechnische Kommission bei ihrer Volltagung in Scheveningen beschlossen, das im Jahre 1901 von Giorgi auf dem Meter, der Sekunde, dem Massenkilogramm und einer praktischen elektrischen Einheit aufgebaute Maßsystem zu empfehlen¹⁾. Der Urheber des Systems nimmt daher Anlaß, die Vorzüge seines Vorschlags von neuem auseinanderzusetzen. Das Giorgische System enthält erstens Einheiten, die sich sowohl für die reine Wissenschaft wie für die Technik und das tägliche Leben eignen, es ist zweitens bequem, weil es nicht auf „absolute“ Messungen gegründet zu werden braucht, es bringt drittens im Unterricht und bei der Zahlenrechnung große Erleichterungen, und es erlaubt viertens, die Gleichungen der Elektrizitätslehre „rational“ zu schreiben, ohne daß dadurch Unbequemlichkeiten entstünden. Als Urmaß empfiehlt Giorgi ein verkörpertes, in einem Institut aufzubewahrendes Ohm, als vierte Grundeinheit für die Zahlenrechnung das Ampere. [G. Giorgi, Rev. gén. Electr. 42 (1937) S. 99; 9 S., 0 Abb.] J. W.

Physik.

537. 226. 3 **Die Anomalien der festen Dielektrika.** — Das gesamte anomale Verhalten eines Dielektrikums läßt sich nach E. v. Schweidler auf das Vorhandensein eines Nachladestroms zurückführen. Die Gesamtladung eines Kondensators ist daher größer als der geometrischen Kapazität entspricht. Die geometrische Kapazität erhält man genau nur durch eine Messung mit Hochfrequenz. Bei jedem andern Ver-



fahren, wie etwa bei dem ballistischen, wird ein von der anomalen Kapazität herrührender Teil mitgemessen. Die Gesamtkapazität kann man erhalten, wenn man nach vollständigem Aufladen und Abschalten der Spannungsquelle die Spannungskurve bei offenen Belegungen aufnimmt. Durch Planimetrieren dieser Kurve erhält man Q/R (Q gesamte Elektrizitätsmenge, R Widerstand des Dielektrikums). Die Steigung dieser Kurve im Augenblick des Freigebens der Belegungen ist dieselbe wie bei einem Kondensator ohne Anomalien. Man müßte also aus ihr die geometrische Kapazität berechnen können, da die Beziehung besteht

$$U_0 = -R C_0 \left(\frac{dU}{dt} \right)_{t=0}$$

Nach B. Gross ist es aber nicht möglich, durch Extrapolation die Steigung zur Zeit $t = 0$ zu ermitteln, da $\frac{dU}{dt}$ innerhalb einer Zeit, die der Messung nicht mehr zugänglich ist, bereits stark abfällt. Abb. 4 zeigt diese Verhältnisse mit Werten für die Konstanten, die dem experimentellen Befund entsprechen. Die Kurven I und II in Abb. 4b haben die gleiche Steigung für $t = 0$: I gilt für den anomalen Kondensator, II für den Kondensator ohne Anomalien. Diese Steigung ist aber nicht zu bestimmen, da $-\frac{1}{U} \frac{dU}{dt} RC$ beim anomalen Kondensator innerhalb kürzester Zeit nach Abb. 4a vom Anfangswert 1 auf etwa 0,3 abfällt. [B. Gross, Z. Phys. 107 (1937) S. 217; 18 S., 14 Abb.] Br.

¹⁾ A. Griesbach, ETZ 57 (1936) S. 99; J. Wallot, ETZ 57 (1936) S. 813.

VERBANDSTEIL

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.

Fernsprecher: 30 06 31. — Postcheckkonto: Berlin 213 12.

Besuchsabkommen

mit ausländischen elektrotechnischen Vereinigungen.

In ETZ 1938, H. 1, S. 28 wurden nähere Angaben über die mit zahlreichen ausländischen elektrotechnischen Vereinigungen getroffenen Besuchsabkommen veröffentlicht. Zu dieser Bekanntmachung ist nachzutragen, daß auch mit dem

South African Institute of Electrical Engineers, Johannesburg, Kelvin House, 100 Fox Street,

ein derartiges Besuchsabkommen getroffen wurde.

Wir machen nochmals darauf aufmerksam, daß es sich bei Auslandsreisen von VDE-Mitgliedern stets empfiehlt, rechtzeitig vorher bei der VDE-Geschäftsstelle anzufragen, damit die guten Beziehungen, die zwischen dem VDE und ausländischen elektrotechnischen Vereinigungen bestehen, durch den Besuch deutscher Elektrotechniker gefördert werden können.

Bekanntmachung.

Ausschuß für Schalt- und Steuergeräte.

Der Hinweis „Gruppe siehe Tafel XI“ in § 55 von VDE 0660/1933 „Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Schaltgeräten bis 500 V Wechselspannung und 3000 V Gleichspannung R. E. S.“

Tafel VII, senkrechte Spalte 4, kann zu Mißverständnissen Anlaß geben und wird daher wie folgt redaktionell und drucktechnisch berichtigt:

Der Wortlaut wird geändert in „Schaltleistungsgruppe siehe Tafel XI“, da es auch in Tafel XI nicht „Gruppe“, sondern „Schaltleistungsgruppe“ heißt. Da sich der Hinweis in § 55 nach den Angaben in Tafel XI nur auf Schalter mit Überstromauslösung bezieht, wird er bei der Neuherausgabe des Vorschriftenbuches bzw. der Sonderdrucke von VDE 0660 in Tafel VII von § 55 neben die waagerechte Spalte „Schalter mit Überstromauslösung“ gesetzt werden.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Geschäftsführer:

Blendermann

Bekanntmachung.

Ausschuß für Isolierstoffe.

Der Unterausschuß „Faserstoffe“ des Ausschusses für Isolierstoffe hat die Einsprüche, die auf den in ETZ 58 (1937) S. 437 und 459 veröffentlichten Entwurf zu VDE 0318 „Leitsätze für Hartpapier und Hartgewebe“ eingegangen sind, ordnungsgemäß behandelt und dabei die nachstehend veröffentlichten Änderungen und Ergänzungen des Entwurfs beschlossen.

Die sich hiernach ergebende endgültige Fassung der Leitsätze ist vom Vorsitzenden des VDE im Februar 1938 genehmigt worden und tritt mit dem 1. März 1938 in Kraft.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Geschäftsführer:

Blendermann

VDE 0318/II. 38

Leitsätze für Hartpapier und Hartgewebe.

Änderungen und Ergänzungen zu dem in ETZ 58 (1937) S. 437 und 459 veröffentlichten Entwurf.

§ 2.

Geltungsbereich.

Im 2. Absatz, 1. Zeile, wird das Wort „beliebige“ gestrichen und am Schlusse des 1. Satzes dieses Absatzes „(siehe § 3)“ hinzugefügt.

§ 4.

Arten. Grenzwerte.

Die Überschrift erhält die Fassung: „Gruppen. Grenzwerte.“ Es heißt dann weiter: „Folgende Gruppen werden unterschieden“ (statt bisher „Arten“).

Unter 5. Hartgewebeplatten, Klasse G, muß es heißen: „(grobfädig, höchstens 2 Gewebelagen je Millimeter Dicke)“, unter 6. entsprechend: „(feinfädig, mehr als 2 Gewebelagen je Millimeter Dicke)“.

In Tafel I sind folgende Ergänzungen und Änderungen vorzunehmen:

In den senkrechten Spalten 4 und 5 ist unter „Biegefestigkeit“ das Zeichen σ_{bB}

in der senkrechten Spalte 6 unter „Schlagbiegefestigkeit“ das Zeichen σ_a

in der senkrechten Spalte 7 unter „Zugfestigkeit“ das Zeichen σ_{zB}

in der senkrechten Spalte 8 unter „Druckfestigkeit“ das Zeichen σ_{dB} zu setzen.

In den senkrechten Spalten 14 bis 17 ist das Wort „Prüfspannung“ in „Durchschlag-Prüfspannung“, in der senkrechten Spalte 19 das Wort „Wärmeprüfung“ in „Wärmebeständigkeit“ zu ändern.

§ 12.

Biegefestigkeit.

In den Erläuterungen zu Abb. 3 ist der Satz: „Die mit a bezeichneten Versuchsstücke dienen als Reserve“ durch folgende Neufassung zu ersetzen: „Die Versuchsstücke 1a, 2a, 3a, 5a, 6a und 7a dienen als Reserve.“

§ 18.

Widerstand im Innern (Stöpsel-Verfahren).

Der 5. Absatz erhält folgende Fassung:

„Die Messung wird nach § 10 von VDE 0303/1929 mit 110 V Gleichspannung 20 s nach Anlegen der Spannung ausgeführt.“

§ 19.

Spannungsprüfung.

Die Überschrift wird geändert in: „Durchschlag-Spannungsprüfung“.

Der 1. Satz des 2. Absatzes erhält folgende Fassung:

„Die Durchschlag-Spannungsprüfung ist unter Öl mit praktisch sinusförmiger Wechselspannung von 50 Per/s auszuführen.“

Für den 4. und 5. Satz des 2. Absatzes wird folgender Wortlaut gewählt:

„Eine Prüfung erfolgt nach Vorbehandlung a und anschließender Angleichung des Versuchsstückes an die Raumtemperatur (15 bis 25°), eine zweite an den gleichen Versuchsstücken nach Erwärmung auf 90°. Dazu werden die Versuchsstücke mindestens 5 min lang je 1 mm Schichtdicke in Öl von 90° gelagert.“

Der 3. Absatz erhält folgende Fassung:

„Durchschlag-Spannungsprüfung parallel zu den Schichten: Die Werte der Prüfspannung sind aus Tafel I zu entnehmen, für Formstücke sind sie besonders zu vereinbaren. Als Elektroden dienen . . .“ (Fortsetzung wie bisher).

Der nächste Absatz erhält die Fassung:

„Durchschlag-Spannungsprüfung senkrecht zu den Schichten: Die Werte der Prüfspannung sind aus Abb. 6 zu entnehmen, für Formstücke sind sie besonders zu vereinbaren. a) Platten.

Die Versuchsstücke haben . . .“ (Fortsetzung wie bisher).

§ 20.

Dielektrische Verluste.

Der 3. Absatz erhält folgenden Wortlaut:

„Die Versuchsstücke sind entsprechend § 22 von VDE 0303/1929 mit Meßbelägen zu versehen. Die Messung ist nach Vorbehandlung a und anschließender Vorbehandlung b unmittelbar nach dem Herausnehmen aus dem Hygrostaten in Luft bei Raumtemperatur (15 bis 25°) gemäß § 23 von VDE 0303/1929 mit 100 V Wechselspannung bei 800 Per/s auszuführen. Die Meßbeläge sind erst nach der Vorbehandlung aufzubringen.“

§ 23.

Korrosionsprüfung

(in Vorbereitung).

Es wird folgende Fußnote hinzugefügt:

„Die bisherige chemische Prüfung auf Chlor- und Sulfationen hat sich als nicht ausreichend erwiesen.“

Ausschuß für Installationsmaterial.

VDE 0681/II. 38

Prüfung von Steckdosen.

Nach § 31 a) von VDE 0610/1935 „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K. P. I.“ muß ein einpoliges Einführen eines Steckers in die Steckdose bis zur Kontaktgabe unmöglich sein. Mehrfache Anfragen geben Veranlassung, das bei der Prüfung auf Erfüllung dieser Vorschrift von der VDE-Prüfstelle angewendete Verfahren bekanntzugeben:

Bei den Steckdosen nach DIN VDE 9402 wurde zur Nachprüfung dieser Forderung früher ein handelsüblicher 6 A-Stecker nach DIN VDE 9401 benutzt. Es hat sich aber herausgestellt, daß einwandfreie und vor allen Dingen gleichmäßige Prüfergebnisse damit nicht zu erzielen waren. Die geschlitzten, also federnden Steckerstifte bogen sich im Gebrauch schon nach kurzer Zeit zusammen, so daß ein derartiger Stecker für einheitliche Prüfungen völlig ungeeignet erschien.

Die VDE-Prüfstelle ist deshalb seit einiger Zeit dazu übergegangen, zu dieser Untersuchung an Stelle eines gewöhnlichen 6 A-Steckers eine entsprechende Lehre (Prüfstecker) zu verwenden, die den ungünstigsten Fall eines im Gebrauch befindlichen, genormten 6 A-Steckers darstellt. Dieser Prüfstecker entspricht in seinen Abmessungen dem Normblatt DIN VDE 9401; der Steckerkörper besteht aus Metall, die Stifte aus Stahl, für die Schlitzbreite wurde 0,6 mm gewählt. Um das beim Gebrauch eines genormten, handelsüblichen Steckers auftretende Zusammenfedern der geschlitzten Stifte zu erfassen, wurden die Stifte der Lehre am Ende zusammengedrückt und verschweißt, und zwar derart, daß die äußeren Begrenzungslinien der beiden Stifte parallel laufen (siehe Abb. 1). Das Gewicht der gesamten Lehre beträgt ungefähr 200 g.

Zur Prüfung wird die zu untersuchende Steckdose waagrecht auf eine ebene Unterlage aufgeschraubt und wie im Gebrauch zusammengebaut. Dann wird der Prüfstecker einpolig in die Dose eingeführt. Um eine gleichmäßige Beurteilung zu gewährleisten, muß eine zusätzliche Druckanwendung beim Einführen des Steckers vermieden werden; es wird also festgestellt, ob der Prüfstecker ein einpoliges Einführen lediglich durch sein Eigengewicht ermöglicht.

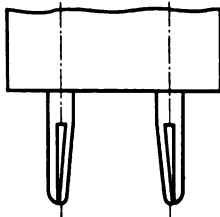


Abb. 1.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.



Unberechtigte Benutzung des VDE-Zeichens.

Die Prüfstelle hat festgestellt, daß sich Druckknopf- und Kipphebschalter mit dem Firmenzeichen „AAG“ im Handel befinden, welche das VDE-Zeichen zu Unrecht tragen. Vor dem Ankauf bzw. dem Vertrieb derselben wird gewarnt.

Die durch das Firmenzeichen „AAG“ ausgewiesene Herstellerfirma Albert Ackermann, Gummersbach, hat zwar nachträglich die Verbandszeichengenehmigung für 1-pol. Kipphebschalter 6 A 250 V Pl. Nr. 555 erhalten. Sie ist aber verpflichtet, auf diesen Schaltern außer dem VDE-Zeichen das Kontrollzeichen „38“ anzubringen.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker
Zimmermann

Aus den VDE-Bezirken

Bezirk Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein E. V.
(Gegründet 1879)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 IV, VDE-Haus.
Fernsprecher: 34 88 85. — Postcheckkonto: Berlin 133 02.

Fachversammlung

des Fachgebietes „Funktechnik und Verstärkertechnik“.
Leiter: Professor Dr.-phil. H. Faßbender VDE.

Vortrag

des Herrn Dip.-Ing. F. W. Gundlach VDE, Berlin, am Donnerstag, dem 24. Februar 1938, um 20⁰⁰, in der Technischen Hochschule, Charlottenburg, Hörsaal HG 25 über das Thema:

„Neue Untersuchungen an Habannröhren“

Eintritt und Kleiderablage frei.

Fachversammlung in Landsberg a. d. W.

am Freitag, dem 25. Februar 1938, 20⁰⁰, im Ratskeller, Richtstr. 3.

Vortrag des Herrn Oberingenieur Dipl.-Ing. G. Kramm, Berlin, über das Thema:

„Der heutige Entwicklungsstand der Photozellen und ihre Anwendungen“.

Eintritt frei.

Fachversammlung

des Fachgebietes „Elektrowärme“

Leiter: Dipl.-Ing. H. Masukowitz VDE

Vortrag

des Herrn Dipl.-Ing. J. Wolf, Dortmund, am Dienstag, dem 8. März 1938, um 20⁰⁰ in der Technischen Hochschule, Charlottenburg, Hörsaal EB 301, über das Thema:

„Elektroöfen für die Leichtmetallindustrie“.

Eintritt und Kleiderablage frei.

Fachversammlung

des Fachgebietes „Installationstechnik“

Leiter: Oberingenieur W. Hoeres VDE

Vortrag

des Herrn Oberingenieur Dipl.-Ing. W. Kind VDE, Berlin am Donnerstag, dem 10. März 1938, um 20⁰⁰ in der Technischen Hochschule, Charlottenburg, Hörsaal EB 301, über das Thema:

„Elektrische Installation in landwirtschaftlichen Betrieben, Richtig — Falsch“.

Eintritt und Kleiderablage frei.

Besichtigung

Am Freitag, dem 1. April 1938 findet eine Besichtigung des Feuerschutzmuseums der Feuersozietät der Provinz Brandenburg statt.

Näheres ist aus den Mitteilungen (Nr. 3) des VDE Bezirk Berlin-Brandenburg vom 3. März 1938 zu ersehen.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Die nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um 18⁰⁰ im Jungingenieurzimmer des VDE-Hauses, Charlottenburg, Bismarckstraße 33, statt. Die Teilnahme ist frei. VDE-Mitgliedschaft ist nicht Bedingung:

Allgemeine Elektrotechnik, Leiter: Dr.-Ing. V. Aigner VDE.

24. 2. 1938 Vortragsreihe: Relais in der Starkstromtechnik, 4. Abend: „Übersicht über Distanzschutzeinrichtungen“, Vortragender: Ingenieur Walther VDE.

Elektrizitätswerke. Leiter: Oberingenieur Dip.-Ing. B. J. v. d. Knesebeck VDE.
25. 2. 1938 Vortragsreihe: Berechnung und Bau eines modernen Dampfkraftwerkes. 6. Abend: „Kurzschlußberechnung“, Vortragender: Dr.-Ing. A. Mählinghaus VDE.

Elektromaschinenbau. Leiter: Ingenieur K. Bätz VDE.
28. 2. 1938 Vortragsreihe: Sonderausführungen elektrischer Maschinen. 3. Abend: „Elektrische Schiffsantriebe“, Vortragender: Ingenieur K. Bätz VDE.

Fernmeldetechnik. Leiter: Obering. Dipl.-Ing. K. Wagner VDE.
1. 3. 1938 „Über Relaiskontakte in der Fernmeldetechnik“, Vortragender: Dipl.-Ing. H. Jurczyk VDE.

Elektrophysik. Leiter: Dr.-Ing. F. Hauße VDE.
3. 3. 1938 Vortragsreihe: Physikalische und technische Grundlagen des elektrischen Schweißens. 3. Abend: „Widerstandsschweißung“, Vortragender: Dr. C. Fröhmer.

Industrieanlagen. Leiter: Dr.-Ing. R. v. Meibom VDE.
4. 3. 1938 „Antriebsaufgaben der chemischen Industrie“, Vortragender: Dipl.-Ing. G. Metzkwow VDE.

Kabel und Freileitungen. Leiter: Dr.-Ing. F. Kaiser VDE.
7. 3. 1938 „Messungen an Fernsprechkabeln und die dazu notwendigen Meßgeräte“ (II. Teil), Vortragender: Ingenieur Chr. Kähler. Beginn: 18.30 Uhr.

Elektrische Bahnen. Leiter: Reg.-Baumeister a. D. Dr.-Ing. H. Kother VDE.
8. 3. 1938 Vortrags- und Kurzberichtreihe: Berechnung und Konstruktion der elektrischen Ausrüstung von Triebfahrzeugen. 2. Abend: „Berechnung und Bau eines Gleichstrombahnmotors. a) Die Anpassung an das Leistungsschaubild. b) Berechnung der wichtigsten elektrischen und mechanischen Größen. c) Die Konstruktion und die Lüftungsfrage“, Vortragende: a) Dipl.-Ing. H. Arlt, b) Dr.-Ing. H. Kother VDE, c) Dipl.-Ing. G. Gerstel.

Stromrichter. Leiter: Dr.-Ing. W. Böhlau VDE.
9. 3. 1938 „Bedienungslose und ferngesteuerte Stromrichteranlagen“, Vortragender: Dipl.-Ing. E. Schröder.

Hochfrequenztechnik. Leiter: Dr.-Ing. A. Allerding VDE.
10. 3. 1938 „Hochfrequenz-Eisen und seine Anwendung“, Vortragender: Ingenieur F. Scholz.

Hochspannungstechnik. Leiter: Dr.-Ing. G. Hameister VDE.
11. 3. 1938 „Freileitungs-Isolation im Betrieb“, Vortragender: Ingenieur B. Koske VDE.

VDE Bezirk Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Geschäftsführer:
Burghoff

Sitzungskalender.

VDE, Bezirk Danzig. 28. 2. (Mo), 20⁰⁰, T. H.: „Moderne Gleichwellen-Rundfunkanlagen“ (m. Lichtb.). Dr. Schulze-Herringen VDE.

VDE, Bezirk Niedersachsen, Stützpunkt Wilhelmshaven. 1. 3. (Di): 20³⁰, Altdeutsche Bierstuben: „Turboelektr. und dieselekt. Großantriebe von Schiffen“. Dipl.-Ing. Deeg VDE. Filmvorführung: Schnelldampfer Potsdam.

VDE, Bezirk Ostpreußen, Königsberg. 7. 3. (Mo), 20⁰⁰. Phys. Inst.: „Regeltransformatoren in Mittel- und Niederspannungsnetzen“. Dr.-Ing. W. Reiche VDE.

VDE, Bezirk Ostsachsen, Dresden. 24. 2. (Do), 20⁰⁰, El. Inst. T. H.: „Die Metaldampflampe in neuzeitlichen Beleuchtungsanlagen“ (m. Lichtb. u. Vorführ.). A. Stege.

VDE, Bezirk Ruhr-Lippe, Essen. 9. 3. (Mi), 20⁰⁰, Haus der Technik: „Vom Pupinkabel zum Breitbandkabel“. Prof. Dr.-Ing. G. Siemens VDE.

VDE, Bezirk Saar, Saarbrücken. 4. 3. (Fr), 20⁰⁰ Handwerkskammer Sbr. 1: „Bau von Hochspannungsschaltern unter Berücks. der Hochspannungsleistung“ (m. Lichtb.). Dr.-Ing. Schmitz VDE.

VDE, Bezirk Südsachsen, Chemnitz. 24. 2. (Do), 20⁰⁰, Städt. Elektrizitätswerk, Maxstr. 6: „Neue Probleme der Beleuchtungstechnik“. Dir. Dr. Köhler.

VDE, Bezirk Südsachsen, Stützpunkt Zwickau. Der für den 25. 2. angekündigte Vortrag von Herrn Ziehank „Wechselstrom-Untersuchungen unter Zuhilfenahme des Oszillographen“ fällt aus.

VERSCHIEDENES.

BRIEFE AN DIE ETZ.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Wissenschaftlichen Leitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Bemerkungen zu der Arbeit des Herrn O. Bücking in der ETZ 58 (1937) H. 4, S. 91.

621. 319. 45. 002. 2

Zu den Ausführungen des Herrn O. Bücking gestatte ich mir folgendes zu bemerken, wobei ich auf die betr. Stellen jeweils verweise:

Zu Seite 92, linke Spalte, Abs. 1. Daß Elektrolytkondensatoren nur für Gleichstrom bzw. pulsierenden Gleichstrom verwendet werden können, ist nicht richtig, da sowohl nasse als auch trockene Kondensatoren mit zwei oxydierten Elektroden (bipolar) gebaut werden können. Solche Kondensatoren werden z. B. für Anlaßzwecke bei Kurzschlußmotoren verwendet.

Zu Seite 92, linke Spalte, Abs. 2. Die Angabe, daß bei Herstellung von Aluminium eine Reinheit von höchstens 99,85% erreicht wird, trifft nicht zu. Die tatsächlich erreichte Reinheit beträgt zur Zeit 99,87 bis 99,89%. Jedenfalls wird bei Philips-Elektrolytkondensatoren Aluminium mit einer Reinheit von mindestens 99,85% verwendet.

Zu Seite 92, linke Spalte, Abs. 5. Es wird behauptet, daß die Konstruktion von nassen und zähflüssigen Kondensatoren abweichend ist. Dies braucht durchaus nicht der Fall zu sein. Beide Arten von Kondensatoren können denselben Aufbau haben. In demselben Absatz wird erwähnt, daß die sternförmige Anode gegossen und aufgeraut wird. Die Anode in Abbildung 1 wird nach dem Spritzverfahren hergestellt. Die Aufrauhung erfolgt elektrochemisch.

Zu Seite 92, rechte Spalte, Abs. 2. Zähflüssige Kondensatoren werden auch in Deutschland in Aachen hergestellt. Daß diese Kondensatoren nur in geringem Umfang verwendet werden, entspricht nicht den Tatsachen. Eine ganze Reihe maßgebender Firmen der deutschen Funkindustrie baut Kondensatoren mit zähflüssigem Elektrolyt ein. Die nassen Elektrolytkondensatoren haben nicht nur zahlenmäßig eine bedeutende Stellung erreicht, sondern ihre Verwendung zeigt nach wie vor steigende Tendenz.

Der Vollständigkeit halber erwähnen wir noch, daß der Marktanteil flüssiger Elektrolytkondensatoren im Ausland sogar noch bedeutend höher ist. In dem anschließenden Absatz wird u. a. angegeben, daß der erste (von links) Kondensator in der Abbildung 2 eine Kapazität von 4 μ F bei 450 V Betriebsspannung hat. Diese Angabe stimmt nicht, die Kapazität des gezeigten Kondensators beträgt 8 μ F.

Zu Seite 93, linke Spalte, Abs. 3. Hier könnte der Eindruck erweckt werden, als ob nur die Amerikaner brauchbare, nasse Kondensatoren herstellen können, dies entspricht ebenfalls nicht den Tatsachen.

Zu Seite 93, Abs. 5. Die Angabe, daß zähflüssige Elektrolytkondensatoren nur bis zu einer Spannung von 450 V hergestellt werden können, ist falsch. In Deutschland stellt man Kondensatoren höherer Betriebsspannung her, z. B. wird in einem Meßinstrument, dem Kathodenstrahl-Oszillographen GM 3152, mit zwei nassen Elektrolytkondensatoren in Serie 1200 V Betriebsspannung erreicht, also 600 V je Kondensator.

Zu Seite 94, linke Spalte, Abs. 1 bis 2. Nach meiner Ansicht ist das unter Punkt 2 angegebene Herstellungsverfahren das gebräuchlichste.

Zu Seite 95, Zusammenfassung. Der Verfasser behauptet, daß die trockenen Kondensatoren die nassen bzw. zähflüssigen Kondensatoren stark zurückgedrängt haben. Diese Feststellung muß bestritten werden, da die Entwicklungsrichtung anders läuft.

Berlin, 5. 10. 1937.

R. Meyer-Bartholdt.

Stellungnahme zur Zuschrift des Herrn Meyer-Bartholdt.

Zu Seite 92, linke Spalte, Abs. 1. Es ist allerdings möglich, Elektrolytkondensatoren bipolar zu erzeugen. Ihre Erzeugung und Anwendung ist verschwindend gering.

Zu Seite 92, linke Spalte, Abs. 2. Die tatsächlich erzeugte Reinheit mag die angegebenen Werte erreichen, die stabil und mit Sicherheit über längere Lieferzeiten gehaltene Reinheit liegt nach Erfahrungen des Verfassers nicht über 99,85%.

Übrigens garantieren schweizer und französische Aluminiumwerke Reinheiten von 99,99%.

Zu Seite 92, linke Spalte, Abs. 5. Es ist richtig, daß eine Abweichung der Konstruktion der nassen und zähflüssigen Typen nicht unbedingt der Fall zu sein braucht.

Zu Seite 92, rechte Spalte, Abs. 2. Wenn man stückzahlmäßig den Verbrauch an zähflüssigen und trockenen Elektrolytkondensatoren vergleicht unter Einschluß der erheblichen Mengen von Niedervolt-Elektrolytkondensatoren, die nur in trockener Form hergestellt werden, so stehen auch heute noch die trockenen Typen weitaus an der Spitze, unbeschadet der Tatsache, daß seit Niederschrift des hier erörterten Aufsatzes über ein Jahr vergangen ist. Allerdings muß zugegeben werden, daß die zähflüssigen Typen weiter an Boden gewonnen haben. Echte nasse Kondensatoren werden in Deutschland überhaupt nicht verwendet. Daß ihr Anteil im Ausland und hauptsächlich in den V. S. Amerika erheblich ist, wurde gesagt. Es ist möglich, daß dem Verfasser hinsichtlich der Kapazitätsangabe im anschließenden Absatz ein Irrtum unterlaufen ist.

Zu Seite 93, linke Spalte, Abs. 3. Die Amerikaner waren entschieden die ersten, die gute nasse Elektrolytkondensatoren erzeugten. Allerdings werden jetzt auch in England brauchbare nasse Elektrolytkondensatoren erzeugt.

Zu Seite 93, linke Spalte, Abs. 5. Je höher die Betriebsspannungen, um so ungünstiger werden gewisse andere elektrische Eigenschaften der zähflüssigen Elektrolytkondensatoren, z. B. die Erholungsfähigkeit nach langer Lagerung. Aus diesem Grunde hält es der Verfasser auch nicht für ratsam, 450 V Betriebsspannung zu überschreiten, falls nicht besonders günstige Betriebsbedingungen vorliegen.

Zu Seite 94, linke Spalte, Abs. 1 bis 2. Der Verfasser hat sich jahrelang als beratender Ingenieur mit Einrichtung und Beratung von Fabrikationen befaßt und neigt auf Grund weitgehender Einsicht in die in- und ausländische Industrie zur Ansicht, daß erst in jüngster Zeit das unter 2) beschriebene Herstellungsverfahren das Übergewicht gewonnen hat.

Zu Seite 95, Zusammenfassung. 1932 tauchten in Deutschland zuerst die Elektrolytkondensatoren auf, es waren nasse Typen. Sie sind restlos wieder verschwunden und auch in der Zwischenzeit nicht wieder aufgetaucht. Die heute viel verwendeten zähflüssigen Typen sind erst bedeutend später auf den Markt gekommen. Es sind Hochspannungstypen und nur als solche preislich wettbewerbsfähig. Sie haben sich gegenüber den trockenen Hochspannungstypen einen beachtlichen Marktanteil erworben, und es ist wahrscheinlich, daß sie diesen Anteil noch vergrößern werden.

Aber auf dem stückzahlmäßig ungleich größeren Gebiet der Niederspannungstypen herrscht uneingeschränkt der trockene Elektrolytkondensator. Nach Meinung des Verfassers liegt hier auf dem Gebiet der Niederspannungstypen und nicht bei den Hochspannungstypen die besondere Stärke der elektrolytischen Kondensatoren gegenüber den statischen Kondensatoren.

Berlin, 19. 10. 1937.

Otto Bücking VDE.

EINGÄNGE.

[Ausführliche Besprechung vorbehalten.]

Bücher.

Galvanotechnik (Galvanostegie und Galvanoplastik). Von H. Krause. 8. verbess. Aufl. Mit 21 Abb., VIII u. 275 S. im Format A 5. Verlag Dr. Max Jänecke, Leipzig 1937. Preis kart. 5,40 RM.

Fachwissenschaftliche Abhandlungen über schwingungstechnische Fragen. Hausberichte aus den Arbeitsgebieten der Werner Genest G. m. b. H., Berlin und Stuttgart. H. 1, August 1937: H. Hartz, Schwingungstechnische Gestaltung von Maschinengründungen. Verlag Werner Genest G. m. b. H., Berlin SW 68. Preis 0,80 RM.

[Das erste Heft der neuen „Hausberichte“ enthält einen stark erweiterten Vortrag von H. Hartz, in dem grundsätzlich über die Schwingungstechnik bei Maschinengründungen gesprochen wird. An Hand klarer Bilder werden zuerst die Grundbegriffe erläutert. Dann entwickelt der Verfasser die Richtlinien für schwingungstechnisch einwandfreie Gründungen und gibt schließlich der Praxis entnommene Ausführungsbeispiele. Das Heft bietet so eine leichtverständliche Einführung in das interessante Sonderarbeitsfeld der Herausgeberin.]

Preisbildung und Warenregelung. II. Teil: Metallwirtschaft. Ergänzungslieferung Nr. 2 u. 3. Verlag Hermann Luchterhand, Berlin-Charlottenburg 1937.

Aluminium-Freileitungen. Ein Hilfsbuch für die Planung und den Bau von Starkstrom-Freileitungen. 4. vollst. neubearb. Aufl. Bearb. von Dr.-Ing. P. Behrens, Dipl.-Ing. L. Lux und Reg.-Baumeister J. Nefzger. Mit zahlr. Abb. u. 272 S. im Format A 5. Verlag: Aluminium-Zentrale G. m. b. H., Abt. Literar. Büro, Berlin 1937. Preis geb. 2,50 RM.

[In der ETZ 57 (1936) S. 55 wurde die zweite Auflage des Hilfsbuches ausführlich besprochen. Die vierte Auflage ist durchgehend neu bearbeitet und in manchen Abschnitten ergänzt worden. Neu sind z. B. Unterlagen für die Kurzschlußbelastbarkeit, für die Leiterabstände am Mast in Ortsnetzen und bei Mittelspannung; stark erweitert wurde der Abschnitt Zubehörteile (Klemmen und Verbinder). Daß in drei Jahren vier Auflagen des Hilfsbuches nötig waren, beweist am besten seinen Wert für die Praxis des Baues von Aluminium-Freileitungen.]

Sonderdrucke.

Sonderdrucke von Vorträgen gehalten auf der 2. Betriebsleitertagung 1937, veranstaltet von der Allianz und Stuttgarter Verein Versicherungs-AG., Abteilung für Maschinenversicherung, am 29. und 30. 10. 1937. Preis je Sonderdruck 0,60 RM.

Berthold: Erfahrungen und Neuerungen auf dem Gebiete der magnetischen Werkstoffprüfung.

Braun: Schadenquellen in Turbogeneratoren. Maßnahmen zur Verhinderung von Schäden im Betrieb und bei Ausführung von Reparaturen.

Buch: Planung und Ausführung der elektrischen Raumheizung in der Materialprüfstelle der Allianz.

Ellrich: Einige Erfahrungen aus amerikanischen Kraftwerksbetrieben.

Krines: Anregungen für die richtige Durchführung von Betriebsprüfungen an elektrischen Maschinen.

Schwenkhagen: Betriebserfahrungen mit Kondensatoren in Starkstromanlagen.

Thum: Zweckmäßige Konstruktion und Werkstoffauswahl bei verschiedenen Betriebsbedingungen.

Veranstaltungen anderer Vereine.

Deutsche Lichttechnische Gesellschaft, Bezirksgruppe Berlin. 24. 2. (Do), 17⁰⁰, T. H.: u. a. „Englands Maßnahmen zur neuzeitlichen Ausgestaltung der Straßenbeleuchtung“ (Bericht über eine Studienreise). A. Beckmann.

Deutsche Lichttechnische Gesellschaft, Bezirksgruppe Essen. 24. 2. (Do), 17⁰⁰, „Haus der Technik“: „Neuzeitliche Leuchwerbung (m. Lichtb. u. Vorführ.)“. Dr.-Ing. K. Wiegand.

Physikalische Gesellschaft zu Berlin, Deutsche Gesellschaft für technische Physik und Deutsche Lichttechnische Gesellschaft. 2. 3. (Mi), 19⁰⁰, Neues Phys. Inst., Kurfürstenallee 20: 1. „Physikalische Grundlagen der Lichtquellen hoher Leuchtdichte“ R. Rompe. 2. „Die Quecksilberdampf Lampe als Lichtquelle hoher Leuchtdichte“ (m. Vorführ.). R. Rompe und W. Thourer.

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:

Prof. Dr.-Ing. E. h. J. Biermanns VDE, Berlin-Johannisthal, Sternsdamm 17.

Obering. W. Chladek VDE, Berlin-Pankow, Neue Schönholzer Str. 7.

Dipl.-Ing. O. Dworeck VDE, Bitterfeld, Hermann-Göring-Str. 22.

Dipl.-Ing. P. Jacottet VDE, Berlin-Spandau, Weverstr. 7b.

Abschluß des Heftes: 18. Februar 1938.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE

Zuschriften sind nicht an eine persönliche Anschrift zu richten, sondern nur an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Blismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und nur mit Genehmigung des Verfassers und der Wissenschaftlichen Leitung der ETZ gestattet.

E T Z

ERSTES MESSEHEFT

HERAUSGEGEBEN IN GEMEINSCHAFT MIT
DEM HAUS DER ELEKTROTECHNIK E. V.
ZUR LEIPZIGER FRÜHJAHRSMESSE 1938

59. Jahrgang · Heft 9

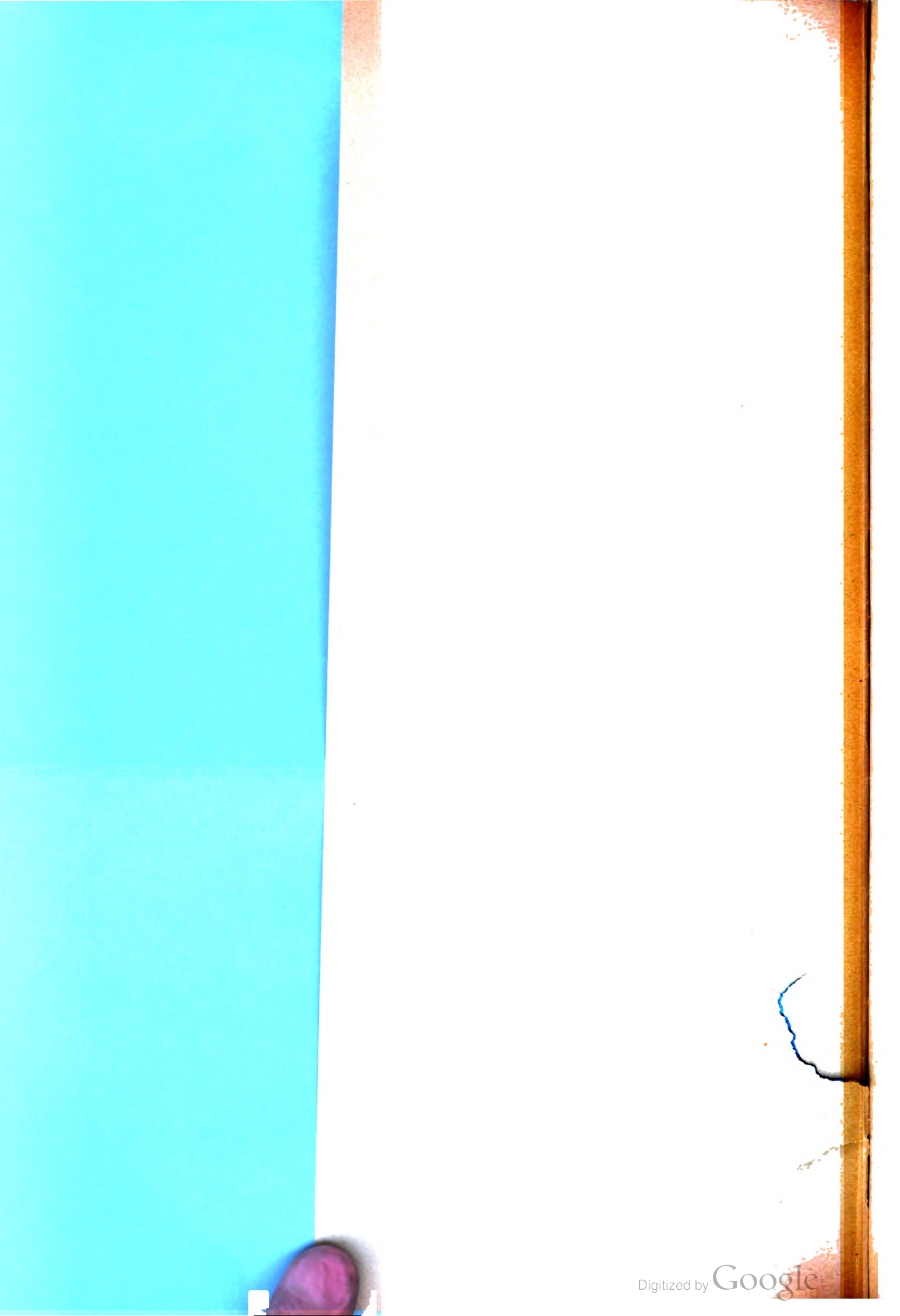
3. März 1938

Inhalt:

	Seite
Zur Leipziger Messe. Von Generalmajor Löb . .	209
Regeltransformatoren für Niederspannung. Von O. E. Nölke VDE.	210
Überlastschutz von Hochspannungsanlagen durch Hauptstrom-Thermorelais. Von Fr. Parschalk VDE.	211
Neuzeitliche Freiluftanlagen für Betriebsspannungen bis 100 kV. Von J. Sihler VDE	213
Der relaislose Regelantrieb mit Sattelkennlinie für Stufenschaltung. Von W. Krämer VDE . . .	215
Neue Meßgeräte der Fernmeldetechnik. Von H. J. Hilgendorff VDE	217
Klimaanlagen mit elektrischer Regelung. Von B. Wiehr	218
Eine neue selbsttätige Steuerung für stetige Förder- einrichtungen. Von A. Orth VDE	220
Fortschritte im Bau von Hochspannungssicherungen. Von K. A. Lohausen	222
Neuzeitliche Tauchspulrelais. Von E. Bräuer. . .	225
Elektro-Hochleistungs-Schraubenlüfter. Von A. Bamberger	227
10 t-Prüftransformator für 1 Mill V Betriebs- spannung. Von R. Crämer	228
Ein neuer Gleichstrom-Schnellschalter mit sehr kleinem Schaltverzug. Von L. Haag VDE . .	229

Nachrichten aus der Industrie

Elektromaschinenbau	231
Transformatoren	232
Leitungen und Zubehör	233
Hochspannungsschalter und Zubehör	235
Schalter und Geräte für Niederspannung	237
Gleichrichter, Glimmröhren und Photozellen . .	240
Kondensatoren	242
Elektrowärmetechnik	243
Fernmeldetechnik und Rundfunk	246
Nachrichten von der Leipziger Frühjahrsmesse 1938	247
VDE-Vortragsveranstaltung anlässlich der Leipziger Messe	248
40. Mitgliederversammlung des VDE in Köln vom 22. bis 25. Mai 1938	248



Firmen-Verzeichnis

zu den in diesem Heft enthaltenen Anzeigen

	Seite
Accumulatorenfabrik Berga G. m. b. H., Rastatt i. B.	171
Accumulatoren-Fabrik Wilhelm Hagen, Soest	159
Ackermann, Karl, H., Elektrot. Fabrik, Berlin N 65	182
Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin NW 40	
Titelseite, 41 bis 56,	133
Allianz und Stuttgarter Verein, Berlin W 8	99
Apparat G. m. b. H., Esslingen a. N.	27
Ariadne Draht- u. Kabelwerke A.-G., Berlin O 112	28
Askania-Werke A.-G., Bambergwerk, Berlin-Friedenau	31
Auer Metallindustrie G. m. b. H., Aue i. Sachsen	174
Bär, Carl, Ingenieur, Schalksmühle i. Westf.	167
Bamag-Meguinn A.-G., Berlin NW 87	78
Barthel, Gustav, Dresden-A. 21	142
Baugatz, Ludwig, Kondensatorenfabrik, Berlin-Neukölln	123
Bauknecht, G., Stuttgart-S.	171
Baumüller, Adam, Elektrogroßhandlung, Nürnberg-O.	182
Bayerisches Kabelwerk Riffelmacher & Engelhardt A.-G., Roth b. Nürnberg	154
Bender & Wirth, Kierspe-Bahnhof i. W.	162
Berges, C. & W., Maschinenfabrik, Marienheide (Rhld.)	177
Bergmann Elektrizitäts-Werke A.-G., Berlin-Wilhelmsruh	131
Berg- und Hüttenprodukte G. m. b. H., Ludwigshafen/Rhein	175
Berliner Quarz-Schmelze G. m. b. H., Berlin-Heinersdorf	151
Binder, Wilhelm, Maschinenfabrik, Villingen	139
Birka Regulator G. m. b. H., Wannsee	22
Bischoff & Hensel, Mannheim	74
Bitter, A., & Co. G. m. b. H., Kassel	134
Bitter-Polar G. m. b. H., Kassel	155
Bokelmann & Straßburg, Berlin-Hohenschönhausen	32
Bopp & Reuther G. m. b. H., Mannheim-Waldhof	23
Braun, Franz, A.-G., Zerbst i. Anh.	100
Brechtel & Hartmann, Berlin SO 36	166
Brökelmann, Jaeger & Busse, Neheim i. Westf.	170
Brown, Boveri & Cie. A.-G., Mannheim	4, 5, 126
Bumke & Co. G. m. b. H., Braunschweig	176
Burger Eisenwerke G. m. b. H., Burg (Hess.-Nassau)	169
Buttermann & Schmidt, Berlin-Neukölln	26
Callender Kabel Gesellschaft m. b. H., Hamburg 1	157
Calora, Fabrik f. elektr. Wärme-Apparate G. m. b. H., Berlin-Tempelhof	174
Calor-Emag Elektrizitäts-A.-G., Ratingen b. Duisburg	6
Capito & Klein A.-G., Düsseldorf-Benrath	160
Carstens, Wilh., Harburg-Wilhelmsburg	26
Cassirer, Dr., & Co., A.-G., Berlin-Charlottenburg	97
Cölner Elektromotoren-Fabrik Johannes Bruncken, Köln- Bickendorf	89
Concordia Maschinen- u. Elektrizitäts-G. m. b. H., Stutt- gart-S.	135
Conradty, C., Nürnberg	81
Conz Elektrizitäts-Gesellschaft m. b. H., Altona-Bahrenfeld	36
Cruse, Gebr., & Co., Dresden-N. 30	130
Daubenspeck, Fritz, Weinhandlung, Oberwesel a. Rh.	182
Deisting, Dr., & Co., G. m. b. H., Kierspe i. Westf.	88
Deutsche Elektrizitätswerke zu Aachen Garbe, Lahmeyer & Co. A.-G., Aachen	69
Deutsche Glimmlampen Ges. m. b. H., Leipzig C 1	174
Deutsche Kabelwerke A.-G., Berlin O 112	20
Deutsche Telephonwerke und Kabelindustrie A.-G., Berlin SO 36	128
Deutsche Vacuumapparate Dreyer & Holland-Merten G. m. b. H., Sangerhausen	173
Deutsche Zähler-Gesellschaft Nachf. A. Stepper & Co., Hamburg 1	92
„Devag“ Dué & Co., G. m. b. H., Frankfurt a. M.-Rödelheim	159
Domitwerke A.-G., Dortmund	103
Dransfeld & Dräger, Bergisch Gladbach/Rhld.	163
Driescher, Fritz, Rheydt/Rhld.	82
Duroplattenwerk A.-G., Berlin W 35	164

	Seite
Ehrich & Graetz A.-G., Berlin SO 36	25
Eisenstuck, Paul, G. m. b. H., Leipzig S. 3	98
Eisen- u. Hüttenwerke A.-G., Bochum	33
Eisen- u. Metall-Industrie E. Blum K.-G., Wattenscheid i. Westf.	31
Elektrochemische Fabrik Volt G. m. b. H., Werder a. Havel	182
Elektrogen-Industrie G. m. b. H., Hamburg 33	172
Elektro-Gerätebau Blanc & Fischer, Oberderdingen, Wttbg.	88
Elektro-Isolier-Industrie Wahn, Wilhelm Ruppert, Wahn Rhld.	138
Elektromotoren-Werke Kaiser, Berlin-Tempelhof	91
Elektrotechnische Fabrik J. Carl G. m. b. H., Oberweimar i. Thür.	150
Eltron Dr. Theodor Stiebel, Dipl.-Ing., Berlin-Tempelhof .	28
Endruweit, Carl, Berlin-Weißensee	87
Erk, G. m. b. H., Ruhla	170
Excelsior-Werk Rudolf Kieseewetter, Leipzig 2	169
Fein, C. & E., Stuttgart	175, 180
Feinhand G. m. b. H., Göttingen	182
Felten & Guillaume Carlswerk A.-G., Köln-Mülheim 1, 2, 3	90
Fernholz-Apparate, Berlin SW 48	90
Filler & Fiebig, Berlin SW 68	174
Firchow, Paul, Nachfr. A.-G., Berlin SW 61	II. U.-S.
Flender, A. Friedr., & Co., Bocholt i. Westf.	19
Flor, Albert, & Sohn, Neon-Leuchtröhrenfabrik, Nürn- berg-O.	164
Frankl & Kirchner Elektrizitätsgesellschaft m. b. H., Mannheim	182
Frenkel, Hermann, Lackfabrik, Leipzig-Mölkau	31
Froitzheim & Rudert, Berlin-Weißensee	150
Genzsch & Heyse A.-G., Hamburg 22	182
Gesellschaft für elektrische Anlagen Akt.-Ges., Stuttgart- Fellbach	156
Gewerkschaft Eisenhütte Westfalia, Lünen a. d. Lippe	150
Geyer, Christian, Nürnberg	12
Glaser, von Praun, Elektromotorenwerk G. m. b. H., Ost- hofen/Rheinhausen	137
Glaswerk Gust. Fischer, Ilmenau/Thür.	32
Gmeiner, Robert, Werkstätten f. Feinmechanik, Mün- chen NW	177
Görler, J. K. G. m. b. H., Berlin-Charlottenburg 1	83
Götz, Gebr., Maschinenfabrik, Lauter i. Sa.	166
Gorschalki, Curt, & Co., Berlin SO 36	163
Gossen, P., & Co., Komm.-Ges., Erlangen	161
Graf, Dr., G. m. b. H., Gotha	24
Grefe, Ludwig, Maschinenfabrik, Lüdenschied i. Westf. .	173
Günther, W., Nürnberg-S.	162
Habege, Hochspannungsapparatebau-Gesellschaft, Dres- den-N. 23	157
Hackethal-Draht- und Kabel-Werke A.-G., Hannover . . .	84
Hagen, Gottfried, A.-G., Köln-Kalk	100
Hagenuk Hanseatische Apparatebau-Gesellschaft Neu- feldt & Kuhnke G. m. b. H., Kiel	147
Hahn & Kolb, Stuttgart	7, 8, 9
Hannemann, Gebr., & Cie. G. m. b. H., Düren	154
Hansa Motorenfabrik Gust. Altmann, Altona	170
Hartmann & Braun A.-G., Frankfurt a. M.-West	125
Hasag, Leipzig	157
Haushahn, C., Maschinenfabrik, Feuerbach b. Stuttgart	160
Heid & Co., Schöndal b. Neustadt a. Haardt	25
Heidolph, Hans, Schwabach	175
Heliogen Elektrot. Fabrik, Herm. Pawlik G. m. b. H., Bad Blankenburg i. Thür.	151
Heliowatt Werke Elektrizitäts-Aktiengesellschaft, Berlin- Charlottenburg	57
Hellermann, Paul, Hamburg 5	175
Hellstern, Max, Stuttgart-Fellbach	168
Hellux, C. A. Schaefer K.-G., Hannover-S.	137
Hengstler, I., K.-G., Aldingen b. Spaichingen, Wttbg. .	182
Heraeus, W. C., G. m. b. H., Hanau a. M.	90

	Seite
Hermisdorf-Schomburg-Isolatoren G. m. b. H., Hermisdorf, Thür.	129
Hessenwerke Elektrotechnische u. Maschinenfabrik G. m. b. H., Darmstadt	92
Himmelwerk A.-G., Tübingen	158
Hochohm G. m. b. H., Berlin-Adlershof	153
Hochspannungs-Gesellschaft m. b. H., Köln-Zollstock	72
Hochvoltisolation F. Uhlmann & Co., Dresden-A. 39	158
Holländische Draht- und Kabelwerke A.-G., Amsterdam	180
Hönnecke, Martin, Leipzig C 1	173
Hoffmann, Ing. M., Leipzig C 1	177
Hofmann, J. Wilh., Radebeul b. Dresden	68
Holtzmann, Emil, Speyer a. Rh.	172
Hoppmann & Mulrow, Hamburg 19	30
Horn, Guido, Maschinenfabrik, Berlin-Weißensee	155
Horn, Dr. Th., Leipzig W 34	101
Hundt & Weber G. m. b. H., Geisweid b. Siegen	III. U.-S.
Hydrawerk A.-G., Berlin N 20	40
Industrie-Werk Auma Ronneberger & Fischer, Auma/Th	163
Ingenieurschule Ilmenau	182
Irion & Vosseler Zählerfabrik G. m. b. H., Schwenningen a. N.	182
Isabellen-Hütte Heusler K.-G., Dillenburg/Hess.	175
Isolation A.-G., Mannheim-Neckarau	172
Isola-Werke A.-G., Birkesdorf-Düren (Rhld.)	62
Jahre, Richard, Berlin SO 16	177
Jessener Industrie-Werk, Jessen (Elster)	182
Jordan, Paul, Elektrot. Fabrik, Berlin-Steglitz	29
Junghanns & Kolosche, Leipzig-R.	171
Juno-Großkochanlagen G. m. b. H., Herborn (Hessen-Nassau)	169
Kade & Co. G. m. b. H., Sänitz O.-L.	172
Kabel- u. Metallwerke Neumeyer A.-G., Nürnberg 2	143
Kabelwerk Duisburg, Duisburg	13
Kabelwerk Rheydt A.-G., Rheydt/Rhld.	66
Kabelwerk Reinshagen G. m. b. H., Wuppertal-Ronsdorf	159
Kabelwerk Vacha Akt.-Ges., Vacha (Rhön)	176
Kammerer, Fr., A.-G., Doubléfabrik, Pforzheim	161
Kampf, Erwin, Maschinen- u. Apparate-Bauanstalt, Bielsstein-Mühlen (Rhld.)	79
Kehrs, C. W., & Co., G. m. b. H., Kettwig (Ruhr)	148
Keller & Knappich G. m. b. H., Augsburg	165
Keller & Prahl, Eschwege	171
Klinger & Schmidt, Ilmenau (Thür.)	181
Klöckner, F., K.-G., Köln-Bayenthal	121
Knorr-Bremse A.-G., Berlin O 112	10
Koch, F. C., Hohenlimburg	182
Koch & Sterzel A.-G., Dresden-A.	IV. U.-S.
Körting & Mathiesen A.-G., Leipzig-Leutzsch	20
Köttgen, H., & Cie., Berg-Gladbach	168
Konski & Krüger, Berlin N 4	162
Kostal, Leopold, Lüdenscheid	164
Krause, Wilhelm, Züllichau	146
Krenzler, Emil, Maschinenfabrik, Wuppertal-Barmen	156
Kretschmer, Heinrich, Maschinenfabrik, Berlin SO 16	174
Krogsgaard & Becker, Hamburg 30	180
Kronprinz A.-G. für Metallindustrie, Solingen-Ohligs	162
Krupp, Fried., A.-G., Friedrich-Alfred-Hütte, Rheinhausen	179
Krupp, Fried., Grusonwerk A.-G., Magdeburg-Buckau	71
Kühn, W. D., Berlin-Steglitz	168
Land- und Seekabelwerke A.-G., Köln-Nippes	127
Langbein-Pfanhauser-Werke A.-G., Leipzig O 5	145
Lange, Dr. B., Berlin-Dahlem	14
Laver, Rudolph, Transformatorenfabrik, Berlin N 65	14
Levy, Dr. Max, G. m. b. H., Berlin N 65	37
Leybold's Nachfolger, E., Köln-Bayenthal	138
Lindner & Co., Jecha-Sondershausen	60, 61
Löw, Emil, Ofenfabrik, Oos b. Baden-Baden	175
Loher, H., & Söhne, Elektromotorenfabrik, Ruhstorf b. Passau	136
Lorenz, C., A.-G., Berlin-Tempelhof	149

	Seite
Süddeutsche Isolatoren-Werke G. m. b. H., Freiburg i. B.	180
Süddeutsche Kabelwerke, Mannheim	95
Süddeutsche Telefon-Apparate- Kabel- und Drahtwerke A.-G., TeKaDe, Nürnberg 2	149
Sursum Elektrizitäts-Ges. Leyhausen & Co., Nürnberg-O.	86
Telefonbau u. Normalzeit G. m. b. H., Frankfurt a. M. . .	140
Telephon-Apparat-Fabrik E. Zwietusch & Co. G. m. b. H., Berlin-Charlottenburg 2	143
Thermo-Mecano Gesellschaft für Heizung u. Wider- standsba u. m. b. H., Düsseldorf	24
Thiel & Schuchardt, A.-G., Ruhla i. Thür.	148
Transformatoren- und Apparate-Fabrik Nürnberg, Hans Magnus, Nürnberg-S.	170
Ullmann, Wilh., & Co., Leipzig N 24	160
Union G. m. b. H., Spezialfabrik elektr. Starkstromapp., Borsdorf-Leipzig	148
„Vauelfa“ Vereinigte Leitungsdrahtfabriken G. m. b. H., Berlin S	34
Venditor Kunststoff-Verkaufsgesellschaft m. b. H., Trois- dorf Bez. Köln	145
Vereinigte Armaturen, G. m. b. H., Mannheim	169
Vereinigte Glühlampen- und Elektrizitäts A.-G., „Tungs- ram“, Ujpest b. Budapest	141
Vereinigte Isolatorenwerke A.-G., Berlin-Pankow . . .	97
Vereinigte Köppelsdorfer Porzellanfabriken vorm. Armand Marseille u. Ernst Heubach, Köppelsdorf/Thür. . 104,	105
Vereinigte Leichtmetall-Werke G. m. b. H., Hannover- Linden	35
Vereinigte Zünder- und Kabelwerke A.-G., Meißen . . .	102
Viebahn, Adolf, Maschinenfabrik, Gummersbach	158
Visomat G. m. b. H., Leipzig C 1	172
Vogel, C. J., Draht- und Kabelwerke A.-G., Berlin- Köpenick	23
Voigt & Haeffner A.-G., Frankfurt a. M.-Ost . . 63, 64,	65
Voith, J. M., Maschinenfabrik, Heidenheim a. d. Brenz .	87
Volta-Werke Elektrizitäts-A.-G., Berlin-Waidmannslust .	70
Vorwerk & Sohn, Barmen	26, 180
Vulkanfiber-Fabrik Martin Schmid, Berlin W 35 . . .	24
Walther-Werke Ferdinand Walther, Grimma i. Sachs. . .	39
Elektrotechnische Fabrik Weber & Co., Komm.-Ges., Kranichfeld, Thür.	147
Wedell, Albert & Sohn, Bad Blankenburg/Thür.	142
Weißensee Guß-Akt.-Ges., Berlin-Weißensee	146
Westinghouse Cooper Hewitt G. m. b. H., Berlin SO 36 . .	149
Werner & Pfeleiderer, Stuttgart-Cannstatt	102
Weyer & Zander G. m. b. H., Köln a. Rh.	94
Wieland, Dr. Th., Pforzheim	174
Winterfeldt, Franz, Blech- u. Eisenbau, Berlin-Tempelhof	176
Wirschitz & Co., München 25	165
Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie, Berlin W 35 . . .	76
Wortmann, August, Barmen-Wichlinghausen	152
Wunderle, J. Ed., Mainz-Kastel	182
Württembergische Uhrenfabrik Bürk Söhne, Schwen- ningen a. N.	177
Zähler-Revision Michael Schneider, München 12	28
Zahnradfabrik Friedrichshafen A.-G., Friedrichshafen a. Bodens.	93
Zeh, Wilhelm, Freiburg i. Bad.	168
Ziehl-Abegg Elektrizitäts-Gesellschaft m. b. H., Berlin- Weißensee	161
Zierold, Ing. Edmund, Berlin-Schöneberg	30
Zuckschwerdt, Albert, Ilmenau/Thür.	147

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

59. Jahrgang

Berlin, 3. März 1938

Heft 9

ZUR LEIPZIGER MESSE

Das Vordringen der neuen deutschen Werkstoffe wird auf der diesjährigen Leipziger Messe besonders offenbar werden. Nach der glänzenden Beurteilung derselben auf der Pariser Weltausstellung wird auch bei den ausländischen Käufern das Mißtrauen verschwunden sein. Auch in der Elektrotechnik haben die neuen deutschen Werkstoffe schon größere Bedeutung gewonnen und dienen hier nicht nur dazu, die Stelle devisengebundener Stoffe einzunehmen, sondern sie verkörpern in weitem Maße technische Fortschritte. Besondere Bedeutung werden in Zukunft neben den Kunst- und Preßstoffen Aluminium- und insbesondere Magnesiumlegierungen gewinnen, da ihre günstigen Eigenschaften gerade in der Elektrotechnik sich besonders auswerten lassen.



Generalmajor

VDE-Vortragsveranstaltung in Leipzig „Elektrotechnik und Vierjahresplan“ s. S. 248!

Regeltransformatoren für Niederspannung.

Von O. E. Nölke VDE, Dresden.

Zur Regelung von Ein- und Mehrphasen-Spannungen hat sich die nahezu verlustlose Regelung mittels Transformatoren immer mehr durchgesetzt. Besonders seit Einführung des Regeltransformators mit stufenlos regelbarer Spannung ist ihr Anwendungsgebiet ständig gewachsen: die Konstanzhaltung der Spannung in Niederspannungsnetzen, an schwachen und unregelmäßig belasteten Ausläuferleitungen, die Regelung der Temperatur von elektrischen Öfen, die Regelung der Beleuchtung für Bühnenzwecke oder zur Luftschutzverdunkelung, das Herstellen einer veränderlichen Spannung für Zwecke des Prüffeldes oder Laboratoriums seien nur als Beispiele genannt. Die Vielfalt seiner Anwendungsgebiete bedingt einen Regeltransformator, dessen Hauptbestandteile sich ohne große Änderungen seiner Aufbauanteile allen Forderungen anpassen lassen. Allgemein wird von jedem Regeltransformator für die genannten Zwecke eine möglichst geringe Lastabhängigkeit seiner Sekundärspannung und eine möglichst hohe Kurzschluß- und Betriebssicherheit seiner Wicklungsteile verlangt. Die weiteren Forderungen gehen je nach Anwendungsgebiet ziemlich weit auseinander oder widersprechen sich sogar teilweise: Die Regelung soll von Hand oder vollselbsttätig erfolgen, sie soll bei dreiphasigem Betrieb einmal für alle drei Phasen gemeinsam oder aber für jede Phase getrennt vor sich gehen. Bei einphasigem Betrieb sollen oft mehrere von einander unabhängige Stromkreise gespeist werden. Der Regelbereich ist für Netzregler meistens nur auf ein engbegrenztes Gebiet in der Nähe der Nennspannung beschränkt, in den meisten anderen Fällen wird er aber von Null bis zur Nennspannung verlangt. Schaltungstechnisch ist meistens eine Ausführung des Transformators wirtschaftlicher, bei der von Minus volle Spannung über Null nach Plus volle Spannung geregelt wird und die so gewonnene ausgeregelte Spannung einer festen Spannung, die meistens einem weiteren Transformator entnommen wird, zugeschaltet wird.

Der Regeltransformator mit Windung für Windung angezapfter Regelwicklung hat sich für das Gebiet kleiner bis mittlerer Leistung allgemein durchgesetzt. Seine Bauform als Ringkerntransformator ist schon seit einigen Jahren eingeführt, wird aber der verhältnismäßig teuren Herstellung wegen nur noch dann verwendet, wenn das Regelglied möglichst trägheitslos bewegt werden soll¹⁾. Diese Forderung wird insbesondere bei Spannungsschnellreglern für Eichzwecke u. ä. gestellt. Von diesen seltenen Forderungen abgesehen ist die gestreckte Bauart des Regeltransformators in allen Fällen zu empfehlen. Abb. 1 zeigt die Ansicht eines Regeltransformators in Einphasen-Ausführung der Koch & Sterzel AG. Ein zwischenkliger Eisenkern trägt auf jedem Schenkel eine Wicklung, deren oberste Lage als Regelwicklung ausgebildet ist. Die Regelwicklung ist auf einen Hartpapierzylinder aufgebracht. Zur vollen Ausnutzung des Transformators und zur Erreichung einer möglichst feinstufigen Regelcharakteristik ist das Wickelgut rechteckigen Querschnitts hochkant gewickelt, was durch Wickelvorrichtungen mit düsenartigem Auslauf erreicht wird. Anschließend an den Wickelvorgang wird die Oberfläche der Spule von der Isolation befreit, so daß jede Windung für die Abnahme zugänglich ist. Die zwischen den Windungen verbleibende Isolation genügt zur Isolation der Windungsspannung. Die so hergestellten Zylinderwicklungen werden entweder unmittelbar auf den Eisenkern aufgeschoben oder über eine weitere Zylinderwick-

lung, die als Primärwicklung dient. Im ersteren Falle arbeitet der Transformator in Sparschaltung. Wird in diesem Falle eine besonders geringe Lastabhängigkeit der geregelten Spannung verlangt, so wird unter der Regelwicklung bei größeren Apparaten eine Ausgleichwicklung angebracht. Je nach Höhe der gewünschten Spannung werden die Spulen der beiden Schenkel primär oder sekundär in Reihe oder parallel geschaltet (Abb. 2 und 3). Da jede Regelwicklung auf dem Umfang blank ist, können mehrere Laufbahnen für Stromabnehmer angebracht werden. Es ergeben sich verschiedene Schaltungsmöglichkeiten für den Transformator, je nach gewünschtem Sekundärstrom und Regelbereich (Abb. 4). Außer zur Betätigung von mehreren getrennten Stromkreisen können je zwei Stromabnehmer auf jedem Schenkel vorteilhaft zur Erreichung eines Regelbereiches entsprechend dem doppelten Spannungsbereich der Regelwicklung benutzt werden (Abb. 5). In diesem Falle werden die beiden Abnehmer durch ein

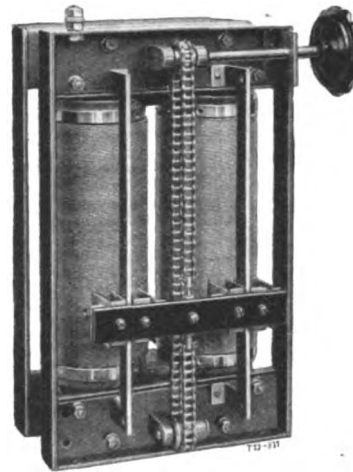


Abb. 1. Einphasen-Regeltransformator gestreckter Bauart (Schaltung siehe Abb. 2 u. 3).

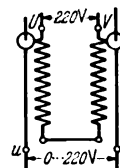


Abb. 2. Normalschaltung 0 bis Nennspannung, Regelwicklungen in Reihe.

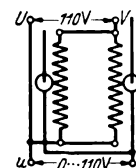


Abb. 3. Normalschaltung 0 bis Nennspannung, Regelwicklungen parallel.

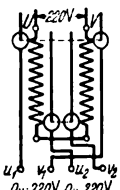


Abb. 4. Zwei unabhängig regelbare Stromkreise, Regelwicklungen in Reihe.

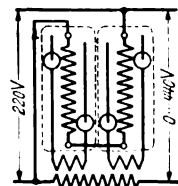


Abb. 5. Verdoppelung des Regelbereiches durch Abnahme an gegenläufigen Kohlerollen und Zusatztransformator, Regelwicklung in Reihe.

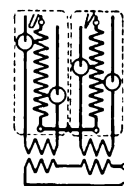


Abb. 6. Grob- und Feinregelung vom gleichen Regler aus.

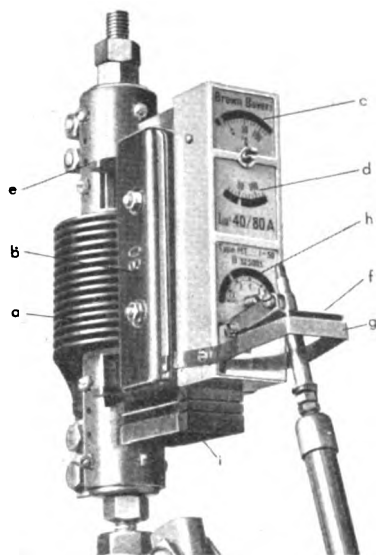
Abb. 2 bis 6. Schaltungsmöglichkeiten der Regelwicklung von Einphasen-Regeltransformatoren.

Kettenrad und eine umlaufende Gelenkkette derart zwangsläufig betätigt, daß sie in der Mittelstellung einander gegenüberstehen, so daß die zwischen ihnen herrschende Spannung Null ist. Bei weiterer Drehung des Kettenrades rollt der eine Abnehmer nach oben und der andere nach unten. Dadurch wird, je nachdem ob das Kettenrad rechts oder links gedreht wird, von der Mittelstellung aus das Vorzeichen der Zusatzspannung positiv oder negativ zur Netzausgangsspannung. Die so ge-

¹⁾ W. Reiche, Promille-Spannungsregler, Helios 40 (1934) S. 1171.

Der dreiphasige Regeltransformator unterscheidet sich vom einphasigen Modell lediglich durch Verwendung eines dreischenkigen Kerns, es ist also je Phase eine Wicklung vorhanden. Die nunmehr sechs Regelglieder werden gemeinsam verschoben. Soll die Spannung jeder Phase getrennt geregelt werden, so werden drei Einphasenregler verwendet, die primär und sekundär in Stern geschaltet sind. Die Regelung kann auch wahlweise mit Motorantrieb oder von Hand vorgenommen werden.

Die Abb. 2 zeigt ein solches neues, als Primärrelais ausgebildetes Thermorelais, das sich wirklich wie ein thermisches Abbild des geschützten Anlageteiles verhält und die Abschaltung (gegebenenfalls Meldung) herbeiführt, wenn der Anlageteil eine unzulässige Übertemperatur annimmt. Die Bauweise des Relais ist der vorwiegenden Verwendung als Überlastschutzrelais für Hochspannungsmotoren, Umspanner und Hochspannungskabel angepaßt. Seine Stromspule *a* magnetisiert einen Eisenkern, der zusammen mit den Gewichten *b* als Wärmeträger dient und ein Heiz- und Temperaturmeßglied enthält. Die Skala *c* zeigt die Übertemperatur des Relais und damit auch jene des Schützlings an. Auf Skala *d* wird die gewünschte Auslöse-Übertemperatur eingestellt. Das Relais zeigt bei Dauerspessung mit seinem Nennstrom 60 °C Übertemperatur an. Durch die Keile *e* kann der Relaisnennstrom bis zum zweifachen Wert stetig verändert werden, so daß mit den zwischen 0,5 A und 1200 A liegenden Relais-Nennstromstufen für jeden Nennstrom des



- a Stromspule
- b Wärmeträger
- c Anzeige der Übertemperatur
- d Einstellung der Auslöse-Übertemperatur
- e Stromstellkelle
- f Auslösehebel
- g Auslösesignal
- h Grenzstromauslösung
- i Kompensation der Umgebungstemperatur

Abb. 2. Hauptstrom-Thermorelais.

Schützlings ein Relais mit gleichem Nennstrom zur Verfügung steht. Das Relais löst aus, wenn der Temperaturzeiger *c* die vom Einstellzeiger *d* festgesetzte Höchsttemperatur erreicht, durch Entklinken des Auslösehebels *f*. Eine Meldevorrichtung *g* kennzeichnet das auslösende Relais. Beim Motorschutz ist eine zusätzliche Kurzschlußschnellauslösung erwünscht. Das Relais hat eine solche (Grenzstrom-Auslösung *h*), die vom 2- bis 10fachen Relaisnennstrom und auf die Marke ∞ einstellbar ist. Bei Einstellung auf ∞ ist die Kurzschlußschnellauslösung außer Wirkung gesetzt. Gegen die Umgebungstemperatur ist das Relais durch die Vorrichtung *i* kompensiert. Durch Wahl entsprechender Wärmeträger *b* kann das Relais für eine Zeitkonstante von 15, 30 oder 45 min ausgelegt werden. Die Relais-Zeitkonstante wird gegenüber der Zeitkonstante des Schützlings gleich oder etwas kleiner, jedoch keinesfalls größer gewählt. Eine etwas kleinere Relais-Zeitkonstante wirkt sich im Sinne zusätzlicher Sicherheit aus; eine zu große bringt die Gefahr zu hoher Übertemperatur im Schützling.

Die Abb. 3 zeigt die Auslösekennlinien eines Hauptstrom-Thermorelais mit Zeitkonstante 30 min abhängig vom Strom und der eingestellten Übertemperatur. Die Zeitwerte von der Abszisse ab gelten für den kalten Zustand der Relais. Für den betriebswarmen Zustand gelten die Zeiten zwischen der zur Betriebstemperatur gehörenden Kennlinie und der eingestellten Auslösekennlinie, jeweils abgelesen beim entsprechenden Überstrom. (Beispiel: Einstellung der Auslösetemperatur auf 60 °C;

Auslösezeit bei Belastung 1,5 I_n vom kalten Zustand aus rd. 16 min; Auslösezeit bei gleicher Belastung vom 40 °C betriebswarmen Zustand aus rd. 8 min.)

Die Kurzschlußfestigkeit des Relais von rd. 1000fachem Relaisnennstrom ist für alle praktischen Fälle ausreichend. Das Temperaturmeßglied ist unverwundlich. Alle Eisen-

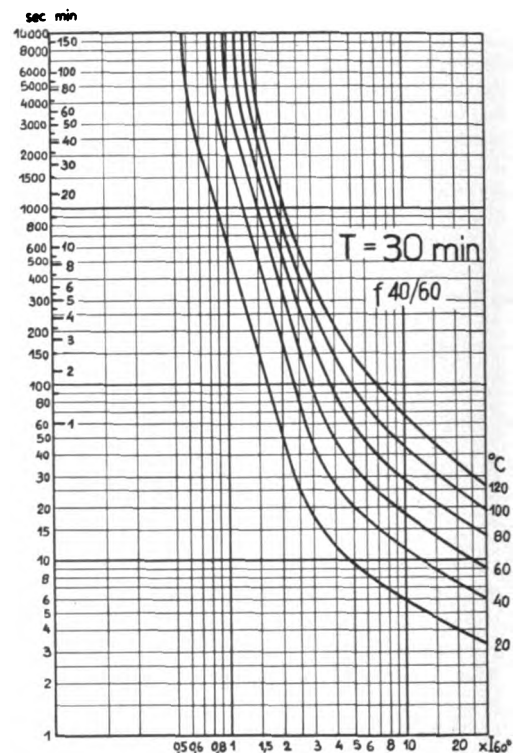


Abb. 3. Auslösekennlinien des Hauptstrom-Thermorelais mit Zeitkonstante $T = 30$ min.

teile sind rostsicher. Die Schalter werden durch den Auslösehebel über eine Isolierstange mechanisch oder elektrisch ausgelöst. Nach dem Abschalten wird der Auslösehebel wieder gespannt, und zwar entweder durch eine zusätzliche beim Einschalten selbsttätig arbeitende Einrichtung am Leistungsschalter, oder von Hand mit einer Bedienungsstange. Ein Wiedereinschalten ist etwa 30 s nach erfolgter Auslösung möglich oder sofort, wenn die Auslösetemperatur vorübergehend etwas höher eingestellt wird.

Die Verwendung dieses neuartigen Relais für den Überlastschutz von Generatoren, Transformatoren, Hochspannungsmotoren und Hochspannungskabeln ist vorwiegend deshalb gegeben, weil für diese wertvollen Teile ein in allen Belastungsfällen einwandfrei und richtig arbeitender Überlastschutz besonders erwünscht ist, und es erst mit einem solchen Relais möglich ist, diese Anlageteile gefahrlos voll auszunutzen. Bei den Generatoren ergibt das Thermorelais auch dann eine rechtzeitige Abschaltung, wenn diese infolge von Pendelungen zu sehr durch Ausgleichströme beansprucht werden, ein Fall, der mit normalen Überstromrelais kaum erfassbar ist. Hochspannungsmotoren werden heute auch für hohe Leistungen als Kurzschlußläufer gebaut. Die hohen Anlaufströme bereiten für die üblichen Überstromschutzrelais immer Schwierigkeiten. Mit dem Thermorelais können auch solche Motoren einwandfrei geschützt werden, wobei die am Thermorelais vorhandene Grenzstromauslösung auch die Kurzschlußschnellauslösung übernimmt. Transformatoren haben meist eine höhere Zeitkonstante; trotzdem bringt das Thermorelais hier einen sicheren Überlastschutz, und der Transformator kann in einer bisher nicht möglichen Weise ausgenutzt werden. Hochspannungskabel für Stromverteilungszwecke sind so wertvolle Anlageteile,

daß bei vorübergehender oder dauernder voller Ausnutzung ein richtiger Überlastschutz sehr notwendig erscheint. Wie genau das Thermorelais den Temperaturverhältnissen im geschützten Kabel folgt, zeigt die Abb. 4, worin außer dem Laststrom der durch Thermoelemente gemessene Temperaturverlauf im Kabel und die am Temperaturzeiger des Hauptstrom-Thermorelais laufend abgelesene Temperatur aufgezeichnet sind.

Die verschiedenartig liegenden Aufgaben des Kurzschluß- und Überlastschutzes werden oft die gemeinsame Verwendung von Überstrom- oder Distanzrelais für Kurzschlußschutz und von Hauptstrom-Thermorelais für Überlastschutz verlangen. Für den Schutz eines unvermaschten Leitungsnetzes können vorteilhaft als Kurzschlußschutz in den beiden äußeren Phasen jedes Abzweiges Hauptstromrelais mit fester Zeitstaffelung und als Überlastschutz in der mittleren Phase ein Hauptstrom-Thermorelais eingebaut werden. Die für Kurzschlußschutzrelais in Kabelnetzen verwendeten Stromwandler haben oft mit Rücksicht auf Kurzschlußfestigkeit oder Leistungsfähigkeit größere Primärnennströme als dem Kabelquerschnitt entsprechen würde. Das Überlastgebiet zwischen Kabelnennstrom und Relaisansprechstrom wird dann überhaupt nicht mehr erfaßt. Diese Aufgabe kann das hochkurzschlußfeste Hauptstrom-Thermorelais vorteilhaft übernehmen. — Die wenigen genannten Verwendungsgebiete zeigen, daß das Hauptstrom-Thermorelais eine sichtbare

Lücke auf dem Gebiete des Schutzes elektrischer Hochspannungsanlagen vom Generator bis zum Verbraucher

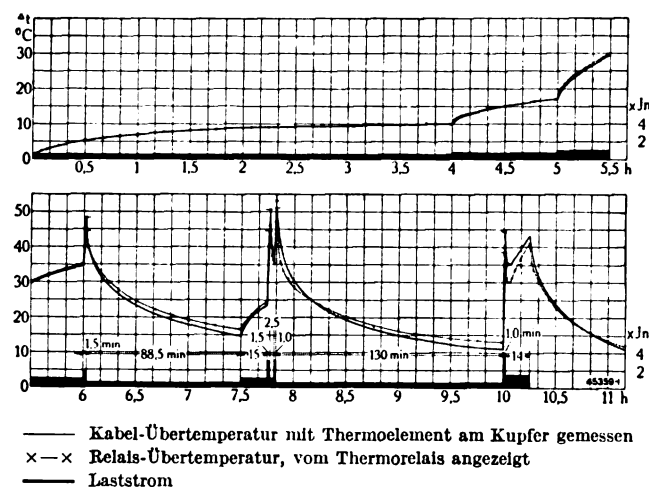


Abb. 4. Verlauf der Übertemperatur in einem 10 kV-Kabel 3 · 16 mm² Cu und am zugehörigen Hauptstrom-Thermorelais ($T = 45$ min).

auszufüllen vermag und eine bisher nicht erreichte Freiheit der Ausnutzung dieser Anlageteile erlaubt.

Neuzeitliche Freiluftanlagen für Betriebsspannungen bis 100 kV.

Von J. Sihler VDE, Berlin.

Die Entwicklung der deutschen Freiluftschaltanlagen über 30 kV strebt seit einigen Jahren einer bemerkenswerten Vereinheitlichung zu. Nach Ansicht der Betriebführenden und der Konstrukteure entspricht die sog. halbhohere Bauweise (Abb. 1) mit öllosen oder ölarmen Leistungsschaltern am besten den bisher vorliegenden Forderungen der Praxis. Diese Bauform entstand aus den seinerzeit mit ölschaltern ausgerüsteten Hoch- und Flachbauanlagen. Sie vereint deren wesentliche Vorteile unter Vermeidung der erkannten Schwächen. Der erreichte völlige Berührungsschutz ohne besondere Abschränkungen, allein durch Hochsetzen aller spannungsführenden Teile, die leichte Betriebführung durch beste Übersicht über alle zu schaltenden Teile und deren Zusammenhänge von den Bedienungsstellen aus sowie die gute Zugänglichkeit zu allen Geräten ohne besondere Hilfsmittel und die dadurch erreichte gute Pflegemöglichkeit der Anlagen sind besonders erwähnenswerte Eigenschaften dieser Bauweise. Im Vergleich zu früheren Bauweisen ergeben sich neben einer wirtschaftlichen Ausnutzung der Grundfläche verhältnismäßig geringe Gerüstgewichte. Die leichten neuzeitlichen

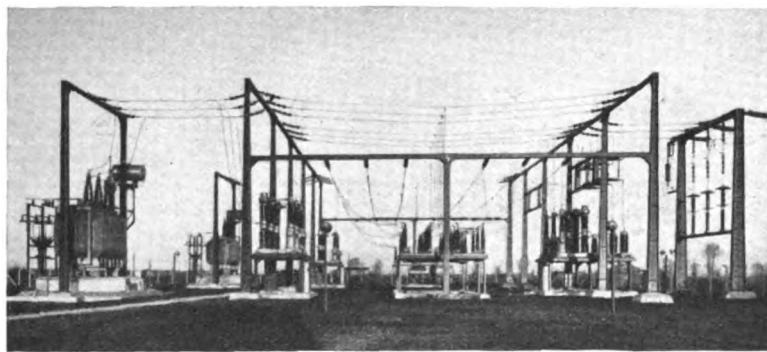


Abb. 1. 100 kV-Freiluftanlage in halbhocher Bauweise. Expansionschalter und Wandler hochgesetzt.

Leistungsschalter ermöglichen in vielen Fällen den völligen Wegfall von Transportgleisen. Die alte Betriebserfahrung, daß eine klare Übersicht über alle in

einer Anlage elektrisch zusammenhängenden Teile den besten Schutz gegen Unfälle und Störungen bei Überholungs- und Schaltarbeiten bietet, führte in Deutschland zu einer besonderen Vorliebe für volle Stützen und Querträger gegenüber den beispielsweise in Amerika so beliebten Gitterkonstruktionen mit ihren die Übersicht störenden Diagonallinien. Auch ergibt sich dabei von selbst die von den Betrieben so

geschätzte einfachere Mast- und Gerüstpflege.

Das Streben nach wirtschaftlichster Verwendung der verfügbaren Eisenmengen führte in letzter Zeit immer wieder zur Erörterung der Frage nach der geeignetsten Mast- oder Gerüstbauweise. Die Ausführung der Fundamente von Leistungsschaltern und Wandlern sowie der Traggerüste der Trennschalter in Mauerwerk und Beton bietet auch bei der halbhohen Bauweise eine Möglichkeit beträchtlicher Eisensparnis. Maste und Abspannportale aus durchgehenden Walzprofilen weisen eine recht schlechte Ausnutzung des Werkstoffes auf, da das Profil

ja durchgehend nach der Stelle höchster Beanspruchung, d. h. im übrigen zu stark bemessen ist. Sie werden deshalb in letzter Zeit ebenso wie die früher aus architektonischen Gründen beliebten Steifrahmenkonstruktionen im Schaltanlagenbau immer mehr verlassen. Statt dessen

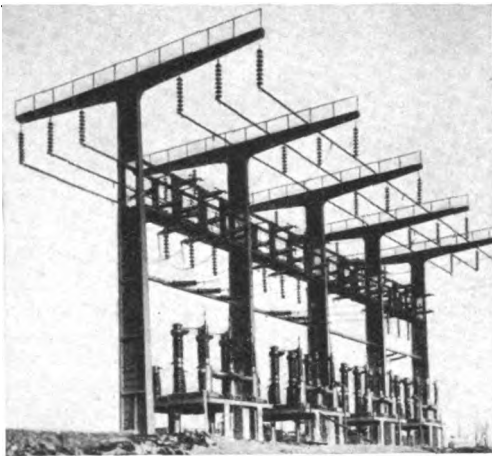


Abb. 2. 100 kV-Freiluftanlage in Hochmastbauweise. Expansions-schalter und Wandler hochgesetzt.

beginnen sich neben den bewährten, aus Kleinprofilen und Blechen geschweißten Masten und Gerüsten in allerneuester Zeit wieder besondere Betonkonstruktionen einzuführen. Diese ergeben infolge Verwendung von Armierungseisen bei großer Festigkeit eine beachtliche Gewichtsersparnis. Über eine Dauerbewehrung, insbesondere der wechselnd beanspruchten Teile, liegen allerdings keine längeren Erfahrungen vor. Den geringsten Stoffaufwand beanspruchen zweifellos Gitterträger und -maste. Will man solche Gitterkonstruktionen verwenden, so geschieht dies am besten bei Anlagen nach der Flachbauweise, da bei einer so weitläufigen Bauart die sonst das Gesamtbild störenden Diagonalverstreibungen von keinem merkbaren Einfluß sind. Abgesehen von den dieser Bauweise sonst noch eigenen Nachteilen, wie große Grundfläche usw., ist der zusätzliche Eisenaufwand für Geländer und Umzäunungen recht beachtlich und die Ersparnisse an Konstruktionseisen gegenüber der halbhohen Bauweise mit Schaltgeräten auf Betonstützen und statisch ausgenutzten Vollwandträgern so gering, daß sich die letztere Bauweise aus betrieblichen Gründen meist doch als richtiger empfiehlt.

Im Rahmen der Verbundwirtschaft werden wir heute und in Zukunft eine Reihe von Betrieben, vor allem Industriewerke, an die elektrische Großraumversorgung anschließen müssen, bei denen keine genügende Grundfläche zur Errichtung von Freiluftanlagen in halbhohen Bau-

weise verfügbar ist. Für diese Fälle wurde die in Abb. 2 dargestellte Hochmastbauweise geschaffen. Leistungsschalter und Wandler sind wieder durch Hochsetzen der Berührung entzogen, die Trennschalterträger bilden gleichzeitig Tragkonstruktion und Geländer eines Laufsteiges, der durch die Tragmaste der Sammelschienen hindurchgeht und von dem aus die Trennschalter, Leitungsanschlüsse, Verbindungen usw. bequem zu überholen sind. Auch der Obergurt der Sammelschienenausleger ist mit guter Besteigemöglichkeit und Geländern versehen, um die Hängeketten der Sammelschienen bequem reinigen zu können. In Industriegebieten mit stark verschmutzter Luft hat dieser Punkt oft besondere Bedeutung. Die Freileitungen können wahlweise von rechts oder von links in die Anlage eingeführt werden. Bei der heute in Freiluftanlagen durchweg üblichen Ausrüstung aller Schaltgeräte mit Druckluftantrieben wird die gesamte Steuerung für Hand- und Fernschaltung abzwischungsweise in kleinen Steuerschränken unterhalb der Leistungsschalter zusammengefaßt. Hier können auch noch Verriegelungseinrichtungen und Hilfskontakte, unter Umständen auch Instrumente und Schutzrelais Platz finden. Außer einer denkbar kurzen und einfachen Verlegung der Wandlerleitungen ergibt sich dabei noch eine Einsparung von Meß- und Relaiskabeln.

Soll in Verbindung mit der Hochvoltanlage gleichzeitig ein Mittelvolteile untergebracht werden, so zeigt Abb. 3 hierfür eine ansprechende Lösung. Der Hochvolteile ist auf dem Mittelvolteile aufgebaut, und besondere Kennzeichen dieser Bauweise sind neben einer außerordentlich vorteilhaften Grundstücksausnutzung ein beachtlich geringer Aufwand an Leitungs- und Aufbau-material. Gute Übersicht über alle Anlagenteile, kurze Bedienungswege und ein der Vereinfachung entsprechender Preis sind weitere Merkmale dieser ebenso gut in Eisen wie in Beton auszuführenden Anlagenform.

Eingehende Untersuchungen an Schaltanlagen über 100 kV Betriebsspannung haben ergeben, daß es falsch wäre, beispielsweise für 200 kV die für Spannungen bis 100 kV geeignete halbhoh Bauweise einfach entsprechend der höheren Überschlusspannung zu vergrößern. Die Schaffung besonderer Bauformen ermöglicht für diese hohen Spannungen eine bessere Wirtschaftlichkeit.

Stößt die Erstellung von Freiluftanlagen überhaupt auf Schwierig-

keiten, z. B. aus Gründen starker Luftverschmutzung, bei schwierigen klimatischen Verhältnissen oder bei sehr starkem Platzmangel, so gibt es heute auch betriebstechnisch hochwertige Innenraumbauweisen, die je nach Höhe der Anlagenspannungen nicht oder kaum teurer kommen als die Freiluftausführung¹⁾.

Zusammenfassung.

1. Freiluftschaltanlagen für Spannungen über 30 kV bis 100 kV werden, sofern genügend Platz zur Verfügung steht, mit Vorteil in der sog. halbhohen

¹⁾ W. Schrinner, ETZ 58 (1937) S. 1338.

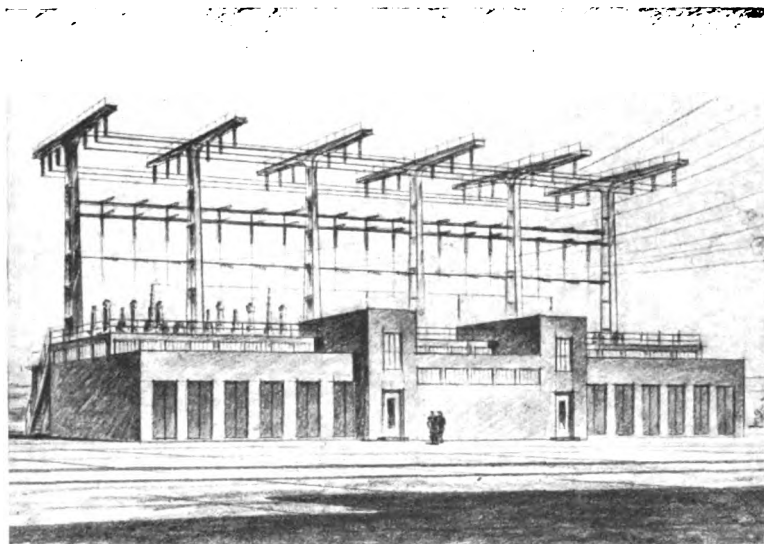


Abb. 3. 100/30/10 kV-Anlage in vereinigte Freiluft-Innenraum-Bauweise. Expansions-schalter auf dem Dach der Mittelspannungsanlage.

Bauweise unter Vermeidung einer gitterträgerartig ausgebildeten Gerüstkonstruktion erstellt.

2. Steht wenig Platz zur Verfügung, so ermöglicht die Hochmastbauweise eine Unterbringung der Anlage auf kleinem Raum, ohne daß Nachteile betrieblicher Art in Kauf genommen werden müssen. Bei Ver-

einigung dieser Bauweise mit einer Mittelvoltanlage ergeben sich außer den betrieblichen noch besondere Vorteile wirtschaftlicher Art.

3. Falls aus besonderen Gründen eine Freiluftanordnung unmöglich ist, gibt es heute auch für hohe Spannungen wirtschaftliche Innenraumbauweisen.

Der relaislose Regelantrieb mit Sattelkennlinie für Stufenschaltung.

Von W. Krämer VDE, Berlin.

Nachdem der relaislose Antrieb bei Regeltransformatoren kleinerer Leistung mit Erfolg eingeführt wurde¹⁾ und die spannungsabhängige Schaltung des Regelmotors sich als ein einfaches und zuverlässiges Steuerglied erwiesen hatte, war eine Erweiterung des Anwendungsbereichs des relaislosen Antriebs auf größere Regelleistungen die Aufgabe weiterer Entwicklungsarbeit bei

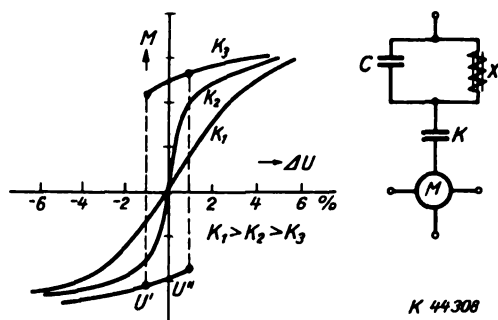


Abb. 1. Regelkennlinie eines relaislosen Regelantriebes bei veränderlicher Reihenkapazität K .

der AEG. Für die stufenlose Regelung ist eine verhältnismäßig hohe Empfindlichkeit des Regelgliedes nicht nur zulässig, sondern auch erwünscht. Bei einer Empfindlichkeit von $\pm 0,5\%$ spielen Änderungen der Empfindlichkeitsgrenzen innerhalb dieses Betrages keine Rolle, wenn die Kennlinie des Regelgliedes keine Unstetigkeit aufweist. Abb. 1 zeigt die mit fast konstanter Neigung im Ansprechgebiet verlaufende Drehmomentkurve eines Kleinantriebes in Abhängigkeit von der Spannung bei verschiedener Größe des Reihenkondensators K . Man sieht, daß unter einem bestimmten Kapazitätswert die Kurve unstetig wird. Hier wird die Regelanordnung nicht mehr zur Ruhe kommen und zwischen den Spannungswerten U' und U'' hin und her regeln. Die Empfindlichkeit des Reglers wird hiernach erstens durch die Steilheit der Drehmoment-Spannungs-Kennlinie — fortan Regelkennlinie genannt — bedingt, zweitens aber auch durch die Größe des Lastmomentes, die durch die Widerstände der Reibung und des Schaltvorganges gegeben ist. Da diese Widerstände schwanken, wird sich auch die Empfindlichkeitsspanne in gewissen Grenzen ändern können. Bei der Höhe der Ansprechempfindlichkeit würden aber selbst Änderungen des Lastmomentes von 30% keinen merkbaren Einfluß auf die Regelgenauigkeit haben.

Der Großregler stellt den relaislosen Antrieb vor die Aufgabe, Stufen zu schalten. Der Ruhebereich des Antriebes muß jetzt größer sein als der Spannungsbereich einer Schaltstufe, da sonst ein dauerndes Pendeln innerhalb einer Schaltstufe die Folge zu großer Empfindlichkeit

sein würde. Eine Herabsetzung der Empfindlichkeit durch Vergrößerung des Reihenkondensators nach Abb. 1 würde die Empfindlichkeit des Antriebes ausschließlich von den Last- und Reibungswiderständen des Schaltmechanismus abhängig machen und könnte dem Antrieb nicht die erforderliche Konstanz der Ansprechgrenzen und damit eine ausreichende Betriebssicherheit geben. Erwünscht ist jetzt ein Unempfindlichkeitsbereich, in dem der Regelmotor praktisch ohne Moment ist und nach dessen Überschreiten bei Spannungserhöhung oder -senkung er unmittelbar ein Anlaufmoment erhält, das den mehrfachen Wert des Lastmomentes hat.

Durch Einbau einfacher Zusatzglieder in die spannungsabhängige Schaltung der Regelphase gelang die Ausbildung einer „Sattelkennlinie“, die den angegebenen Bedingungen entspricht. In Abb. 2 wird die neue Kennlinie aus den einzelnen Teilen der Schaltung entwickelt, wobei zunächst nur die wesentlichsten Teile berücksichtigt werden sollen.

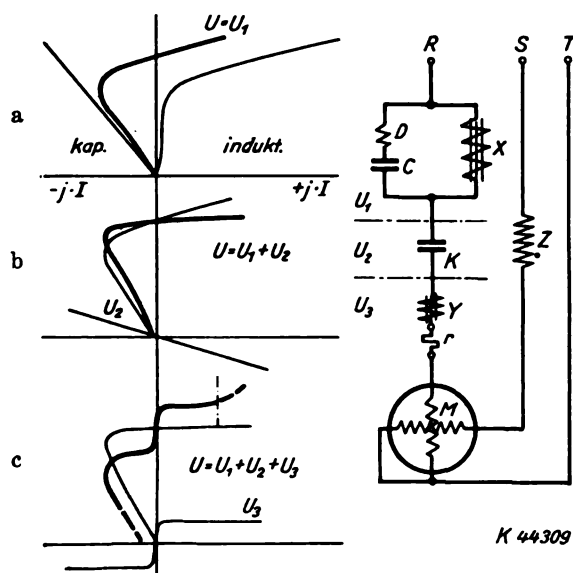


Abb. 2. Entwicklung der „Sattelkennlinien“.

Abb. 2 a, b zeigt zunächst in bekannter Weise das Zustandekommen einer sattelfreien Regelkennlinie hoher Empfindlichkeit. Durch Parallelschaltung von C und X entsteht die Phasenabhängigkeit des momentbildenden Stromes I von der Spannung. Der Reihenkondensator K addiert zur Kurve $U_1 = f(I)$ den kapazitiven Spannungsabfall $U_2 = -j \frac{1}{\omega \times} I$, welcher die Spannungsempfindlichkeit der Regelkennlinie auf den höchst zulässigen Wert steigert. Als neues Schaltelement erscheint die Eisen-drossel Y , deren Strom-Spannungs-Kennlinie $U_3 = f(I)$

¹⁾ Ratkowsky, Elektrotechn. u. Masch.-Bau 53 (1935) S. 31. — Krämer, VDE-Fachberichte 8 (1936) S. 128.

der Magnetisierungskurve folgt (Abb. 2 c). Ihr Spannungsabfall addiert sich zur bisherigen Regelkennlinie und gibt ihr die neue Form der Sattelnennlinie. Man sieht, daß die Breite des Sattels, d. h. der Unempfindlichkeitszone, dem doppelten Wert der Sättigungsspannung von Y entspricht. Damit ist gleichzeitig ersichtlich, daß die Sattellbreite in weiten Grenzen durch Änderung der Windungszahl oder besser des Eisenquerschnitts der Drossel Y beherrscht werden kann.

In Wirklichkeit erfordert die saubere Ausbildung der Sattelnennlinie noch einige Zusatzmaßnahmen. Durch die Kompensation der kapazitiven und induktiven Ströme im Sperrkreis bei Nennspannung werden nicht die Stromoberwellen erfaßt, die von der gesättigten Drossel X erzeugt werden und auch bei Nennspannung in der Regelphase fließen. Sie würden schon bei Nennspannung die Satteldrossel Y vorsättigen und damit die Breite des Sattels stark verringern, auf jeden Fall aber seine genauen Grenzen verwischen. Um die dritte Oberwelle, die an dem unerwünschten Oberwellenstrom den überragenden Anteil hat, auf den Sperrkreis zu beschränken, ergänzt man den Parallelkondensator C durch Vorschalten der Drossel D zum Resonanzkurzschluß für diese Harmonische (Abb. 2). D erhält hierzu $\frac{1}{9}$ des Blindwiderstandes von K . Den Erfolg zeigt Abb. 3. Man erzielt eine Verringerung

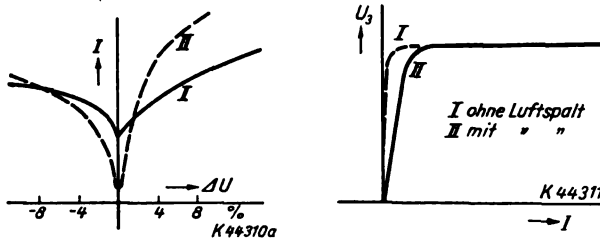


Abb. 3. Strom in der Regelphase: I ohne, II mit Oberwellenkompensation. (Keine Sattelnennlinie!)
Abb. 4. Strom-Spannungs-Kennlinie der „Satteldrossel“.

des Ruhestromes auf 20 %. Hierdurch wird nicht nur die Ausbildung einer sauberen Sattelnennlinie ermöglicht, sondern es tritt auch eine beachtliche Senkung der Leerlaufverluste ein.

Die Satteldrossel erhält einen Kern aus Nichteisen und einen sehr kleinen Luftspalt. Damit wird nach Abb. 4 nicht nur ein scharfer Sättigungsknick und eine genaue Begrenzung der Sattelzone erzielt, sondern auch eine Vorsättigung des Nichteisens durch den restlichen Oberwellen- und Dämpfungsstrom des Sperrkreises unterbunden.

Der Widerstand r in der Regelphase dient der Strombegrenzung bei Überspannung. Abb. 2 zeigt, daß bei Spannungssteigerung der induktive Strom sehr groß werden kann. In Wirklichkeit verhindert der ohmsche Widerstand der Anordnung eine unbegrenzte Erhöhung des induktiven Stromes. Diese Dämpfung sinkt aber mit zunehmender Leistung des Antriebes. Um eine beträchtliche Erhöhung der Leerlaufverluste zu vermeiden, vergrößert man nur die Dämpfung der Regelphase und hält den ohmschen Widerstand des Sperrkreises so klein wie möglich. Den Zusatzwiderstand r kann man auch unmittelbar in den Motor verlegen, indem man den Widerstand des Kurzschlußläufers erhöht. Diese Maßnahme hat den Vorteil, gleichzeitig das Anlaufmoment des Motors zu vergrößern. Der Strom der Hilfsphase i wird durch einen Kondensator oder eine Drossel Z (Abb. 2) begrenzt. Bei größeren Antrieben erzielt eine Drossel bessere Laufeigenschaften.

Abb. 5 zeigt die Sattelnennlinie eines Großreglers mit verschiedener Sattellbreite. M_L ist das höchste Lastmoment. Die Breite der Sattelzone läßt sich bis zu 30 %

der Nennspannung ausdehnen. Die Anordnung ist damit in der Lage, auch Regeltransformatoren mit wenigen großen Schaltstufen einwandfrei zu betätigen. Auch beim Großregler ist es ebenso wie beim Kleinantrieb möglich, die Laufeigenschaften des Asynchronmotors zuverlässig zu beherrschen. Durch geeignete Bemessung des Regelkreises und der Hilfsphase wird ein einphasiges Über-

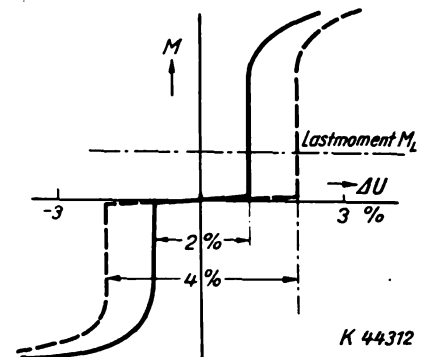


Abb. 5. Neue Sattelnennlinie.

laufen des Motors bei Erreichen der Sattellgrenze mit Sicherheit vermieden. Gegenüber Frequenzschwankungen, Verzerrungen der Spannungskurve und Erwärmung zeigt der Großantrieb das gleiche Verhalten und die gleiche Unempfindlichkeit, wie sie bereits beim Kleinregler festgestellt wurde.

Besonders wichtig für den Großregler ist die Beherrschung der Grenzen des Regelbereichs. Während man den Kleinantrieb bei einer Spannungsänderung über den Regelbereich hinaus nach Erreichen der Regelgrenze durch eine

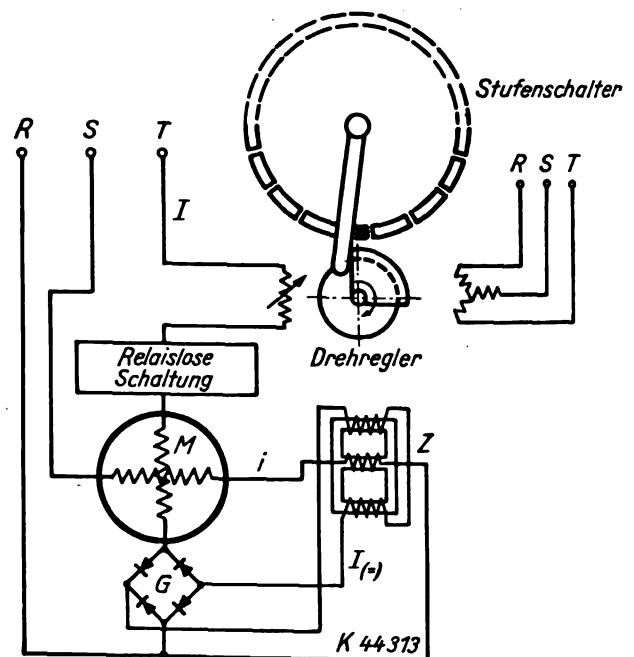


Abb. 6. Relaisloser Antrieb mit Regelbegrenzung und gesteuerter Hilfsphase.

mechanische Begrenzung zum Stillstand bringen kann, da sein Kurzschlußstrom nicht über den thermisch zulässigen Wert hinausgeht, muß der Großantrieb wegen seines großen Momentes und seiner geringen Dämpfung nach Erreichen der Endstellung in den Ruhezustand des Sattellbereichs gelangen. Hierzu legt man in die Regelphase zusätzlich zur Netzspannung die Sekundärspannung eines kleinen Drehreglers, deren Größe durch den Ausdruck

$$u = U_{\max} - (U_0 + v) = U_{\min} - (U_0 - v)$$

gegeben ist. Darin sind $U_{\max}$, $U_{\min}$ die möglichen Grenzwerte der unregelmäßigen Spannung, U_0 ist die Konstantspannung und v die halbe Spannung des gesamten Regelbereichs. Solange der Regelbereich des Transformators noch nicht überschritten ist, steht u annähernd senkrecht auf U derart, daß die Spannung an der Regelphase gleich der Spannung der Netzphase ist. Steigt die Spannung über den Regelbereich, so betätigt der Schaltmechanismus nach Einschalten der letzten Schaltstufe den Drehregler und senkt die Spannung an der Regelphase auf den Betrag der Nennspannung. Damit verliert der Regelmotor sein Moment und steht still, ohne daß eine Unterbrechung seiner Stromkreise erforderlich ist. Erst nachdem die Spannung wieder auf den ausregelbaren Grenzbetrag gesunken ist, steht der Zusatzvektor u wieder senkrecht zur Netzspannung und verliert damit seinen Einfluß auf die Regelphase. Das gleiche Spiel wiederholt sich bei unzulässig großer Spannungssenkung. Die Zusatzspannung des Drehreglers beträgt wenigstens $\pm 10\%$ der Netzspannung. Damit braucht der Drehregler nur auf einen Bruchteil der Leistung des Regelmotors bemessen zu werden. Schließlich kann der Antrieb noch durch Sicherungen und Rutschkupplung gegen anormale Betriebszustände geschützt werden. Abb. 6 zeigt in einfachster Darstellung Anschluß und Wirkungsweise des Drehreglers.

Die gleiche Abbildung enthält ein neues Schaltungselement, dessen Einführung bei einer Vergrößerung des Regelmotors über 1 kW zweckmäßig wird. Die Strombegrenzungs-drossel Z in der Hilfsphase erhält eine Gleichstrom-Vormagnetisierung, die vom Strom I der Regelphase über einen Trockengleichrichter G geliefert wird. Da der vormagnetisierende Gleichstrom und der von der Drossel durchgelassene Wechselstrom zueinander in annähernd konstantem Verhältnis stehen²⁾ und der induktive Widerstand ohne Vormagnetisierung sehr hoch ist, bleibt die Hilfsphase in der Sattelzone praktisch stromlos und wird erst nach Überschreiten des Ruhebereichs voll erregt

²⁾ W. Krämer, ETZ 58 (1937) S. 1309.

(Abb. 7). Hierdurch prägt sich nicht nur die Sattelzone noch schärfer aus, sondern es werden auch die Leerlaufverluste der Anordnung beträchtlich verringert.

Die guten Eigenschaften des Kleinreglers lassen sich sämtlich auf den Großantrieb übertragen³⁾. Auch hier können Konstantspannung und Empfindlichkeit in einfacher Weise geändert werden. Um die geregelte Spannung lastabhängig zu machen (Compoundierung), genügt als

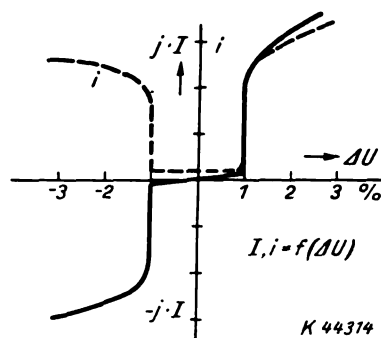


Abb. 7. Steuerung der Hilfsphase (i) durch die Regelphase (I).

Zusatzglied ein Stromwandler geringer Leistung. Soll eine Regelung unabhängig vom Steuerkreis vorgenommen werden, so kann die Regelphase auf eine einfache Druckknopfsteuerung umgeschaltet werden.

Da der neue Antrieb völlig kontaktfrei ist und alle beweglichen Teile einschließlich des Induktionsmotors unter Öl laufen, ist er unempfindlich gegen äußere Einflüsse und wertungsfrei. Hiermit verbindet er die Eigenschaften eines genauen und zuverlässigen Regelgliedes von hoher Anpassungsfähigkeit an alle Betriebsbedingungen.

³⁾ W. Krämer, VDE-Fachberichte 8 (1936) S. 128. K. Bölte, AEG-Mitt. (1938) S. 94.

Neue Meßgeräte der Fernmeldetechnik.

Von H. J. Hilgendorff VDE, Köln.

Bei Scheinwiderstandsmessungen an Fernsprechkabeln besteht die Aufgabe meistens darin, den Scheinwiderstandsbetrag in Ohm und den Phasenwinkel in Grad zu ermitteln. Bei den bisher bekannten Schaltungen für diese Messungen wird das Objekt entweder durch eine Hintereinanderschaltung passender Normale (Selbstinduktion, Kapazität und Widerstand) nachgebildet, und die oben genannten Größen werden aus den Komponenten durch Rechnung gefunden (z. B. bei der Differentialübertrager und der Thomas-Küpfmüller-Schaltung), oder aber es werden Betrag, Winkel und Winkelvorgezeichen nacheinander in mehreren Meßschritten bestimmt (z. B. bei der Grützmaier-Schaltung). Außerdem muß meist noch die Meßfrequenz genau ermittelt werden. Bei der hier beschriebenen neuen Scheinwiderstandsmeßbrücke¹⁾ der Felten & Guilleaume Carlswerk AG., die nach Vorschlägen von Feist und Haak und in Zusammenarbeit mit der Deutschen Reichspost²⁾ entwickelt wurde, können Betrag, Winkel und Winkelvorgezeichen in einem Meßgang durch einen Nullabgleich bestimmt

¹⁾ DRP 602 902 u. 651 123.

²⁾ Die Brücke ist für den Kabelmeßdienst der Deutschen Reichspost zugelassen.

und unmittelbar abgelesen werden. In einem zweiten Meßschritt wird ebenfalls durch einen Nullabgleich die Meßfrequenz ermittelt und ähnlich wie bei der bekannten Tonfrequenzmeßbrücke in Hertz abgelesen. Außer einem normalen Präzisionskurbelwiderstand für die Betragseinstellung werden zur Messung keinerlei Normale oder Zusatzgeräte benötigt. Der Frequenzbereich der neuen Brücke beträgt 50 bis 12 000 Hz, der Winkelbereich -90° bis $+90^\circ$. Der Bereich der Betragsmessung hängt von dem Bereich des verwendeten Kurbelwiderstandes ab. Die Einstellgenauigkeit für den Winkel beträgt $0,5^\circ$ bzw. $0,25^\circ$ in dem besonders häufig benutzten Gebiet von 0 bis $\pm 5^\circ$. Die Einstellgenauigkeit bei der Frequenzmessung entspricht dem bei der Tonfrequenzbrücke üblichen Wert.

Die Schaltung der neuen Brücke (Abb. 1) beruht auf der Vereinigung einer Robinson-Frequenzbrücke mit einer Brücke mit zweifachem Brückenverhältnis, dessen vier Zweige durch die jeder Messung vorausgehende Frequenzmessung in der hier nicht eingezeichneten Robinson-Schaltung durch Verändern der in Hertz geeichten Widerstände W für die jeweilige Meßfrequenz betragsmäßig gleichgemacht werden. Die Phase von je zwei benachbarten Zweigen der beiden Brückenverhältnisse ist um

621. 317. 7 : 621. 394/ 395

90° verschoben (Kapazität C bzw. Widerstand W). Die beiden Brückenverhältnisse sind an ihren Mitten über ein hochohmiges Potentiometer miteinander verbunden. Ein Hörerpunkt liegt am Potentiometerabgriff. Steht dieser Abgriff in der oberen Endstellung, so können rein induktive Widerstände gemessen werden ($\varphi = +90^\circ$), steht der Abgriff in der unteren Endstellung, so können rein kapazitive Objekte gemessen werden ($\varphi = -90^\circ$). Denn in den beiden Endstellungen ist jeweils nur eines der beiden Brückenverhältnisse wirksam, während das andere in der Stromdiagonalen liegt und nur durch den hochohmigen Gesamtwiderstand des Potentiometers mit dem Hörerpunkt in Verbindung steht (Brücke vom Maxwell-Typ bzw. Kapazitätsbrücke). In der Mittelstellung können offensichtlich reine Wirkwiderstände ($\varphi = 0^\circ$) gemessen werden, da jetzt auch die Phasen der beiden Doppelzweige des Brückenverhältnisses gleich sind. Das Potentiometer ist nun in seinen Zwischenstellungen in Winkelgraden geeicht und gestattet somit eine lückenlose Winkeleinstellung von $+90^\circ$ bis -90° . Es wird als Drehspannungsteiler mit Stufenkontakten und Präzisionswicklung gebaut. Die neue Scheinwiderstands-Meßbrücke gestattet demnach eine Betrags- und Winkelablesung in einem Meßschritt und daneben eine zwangsläufige Frequenzablesung bzw. Frequenzprüfung. Die Abmessungen der Brücke entsprechen denen eines normalen Kurbelwiderstandes. Die Brücke ist abgeschirmt und besitzt eingebaute Übertrager.

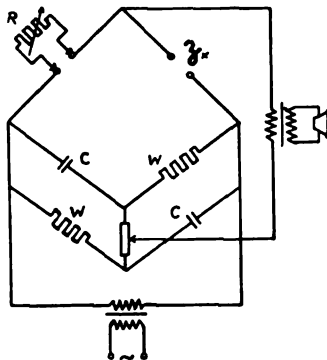


Abb. 1. Scheinwiderstands-Meßbrücke nach Feist-Haak.

Neben den Scheinwiderstandsmessungen bereiten Induktivitäts- und Verlustwiderstandsmessungen, die in der Fernmeldetechnik ebenfalls eine große Rolle spielen, bisher meist gewisse Schwierigkeiten. Die bisher be-

kannten Induktivitätsnormale, die als Zylinderspulen auf Marmorkern gewickelt werden, haben nämlich den Nachteil, daß sie verhältnismäßig große Streufelder besitzen. Besonders störend ist es, daß bei diesen Spulen der Wert des Verlustwiderstandes nicht völlig definiert ist, sondern durch Wirbelstromverluste in benachbarten Metallteilen nicht unerheblich vergrößert wird. Auf Grund dieser Tatsache sind von der Felten & Guilleaume Carlswerk AG. neue Induktivitätsnormale entwickelt worden, bei denen die Wicklung auf einen geschlossenen Marmorring aufgebracht ist. Diese Spulenform (Toroidspulen), die bei der Fabrikation der Pupinspulen schon lange angewendet wird, hat kein merkliches Außenfeld, da nahezu alle Kraftlinien im Inneren des Ringes verlaufen, und ist daher für Normale besonders geeignet. Durch das Fehlen eines Außenfeldes ergab sich die Möglichkeit, diese Normalringinduktivitäten in Metallbecher einzubauen, da zusätzliche Wirbelstromverluste in dem Schirm nicht auftreten können. Die neuen Ringspulen in Metallbecher stellen demnach völlig definierte Normale dar, deren Verlustwiderstands- und Induktivitätswerte von ihrer Umgebung und Aufstellung vollkommen unabhängig sind. Diese Normale werden besonders für kleinere Induktivitätswerte, aber auch bis zu Werten von 100 mH heraus hergestellt.

Schließlich soll hier noch ein neuer geschirmter doppelpoliger Umschalter mit zwei Schalt- und einer Aus-Stellung erwähnt werden, dessen Leitungen und Schaltteile kapazitiv und induktiv entkoppelt sind. Dieser kapazitätssymmetrische Umschalter ist als Drehschalter ausgebildet und kann überall dort gebraucht werden, wo höchste Anforderungen an die Übersprechwerte einer Schaltung gestellt werden. Er kann z. B. als Stromquellenumschalter bei besonders empfindlichen Mitsprechmessungen benutzt werden und kann auch so gebaut sein, daß er z. B. in diesem Fall ein Umpolen der Stromquelle ermöglicht. Neben dieser besonderen Anwendung ist der Schalter auch in Meßplätzen für höhere Frequenzen zweckmäßig zu verwenden. Die Konstruktion des Schalters beruht auf dem Gedanken, daß eine kapazitive und induktive Entkopplung durch einen völlig symmetrischen Aufbau, ähnlich wie bei dem Vierer eines Fernsprechkabels, erreicht werden kann.

Klimaanlagen mit elektrischer Regelung.

Von B. Wiehr, Berlin.

Die Untersuchung der technologischen Vorgänge zur Ermittlung der besten und wirtschaftlichsten Verfahren brachte in vielen Industriezweigen die Erkenntnis, daß der Luftzustand erheblichen Einfluß auf die Güte des Erzeugnisses hat. Um stets gleiche Güte zu erhalten, dürfen die Lufttemperatur und relative Feuchtigkeit nur in eng umrissenen Grenzen schwanken. Man schuf daher Luftbehandlungsanlagen, die in den Fabrikationsräumen einen ganz bestimmten Luftzustand einhalten und so die natürlichen klimatischen Wechsel ausschalten. Auch der Kulturmensch ist gegen klimatische Einflüsse empfindlich. Seine Leistungsfähigkeit und sein Wohlbefinden erreichen im allgemeinen bei einer Temperatur von etwa 18 bis 20°C und einer relativen Feuchtigkeit zwischen 40 und 60% ihren Bestwert. Es liegt daher nahe, in Räumen, die zum Aufenthalt zahlreicher Menschen bestimmt sind, künstlich einen Luftzustand zu schaffen, der sich innerhalb dieser Grenzen, der sogenannten Behaglichkeitszone, hält. Die Einstellung der Lufterwärmung

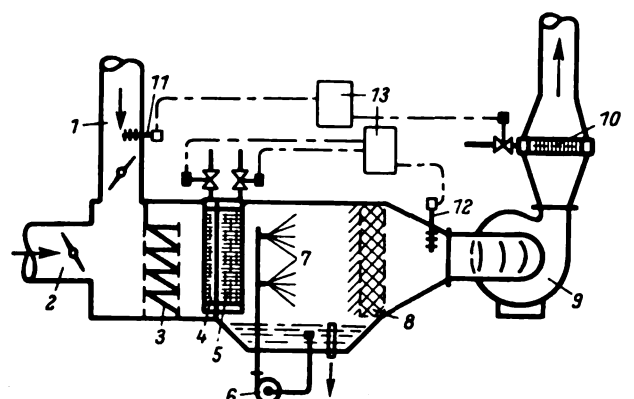
oder -kühlung sowie der Befeuchtung von Hand bringen meist nicht die gewünschte Gleichförmigkeit, da die Regelung hierbei von subjektiven Fehlern der Bedienung abhängt.

Daher ist für Klimaanlagen eine große Zahl selbsttätiger Regelsysteme entwickelt worden, die je nach dem Verwendungszweck die Grenzen der Genauigkeit von Solltemperatur und Feuchtigkeit ziehen. Die physikalische Beherrschung des Luftzustandes wird dabei auf die mannigfaltigste Weise angestrebt mit der Maßgabe wirtschaftlich, d. h. vor allem sparsam, mit dem Kälte- und Heizmittel zu arbeiten. Als Beispiel sollen nur zwei Luftbehandlungssysteme für selbsttätige Regelung gezeigt werden, wobei das Mengenverhältnis von Frisch- und Umluft nicht geändert wird, und zwar:

1. Taupunktregelung (Abb. 1). Hierbei wird die Luft im Behandlungsgerät unter gleichzeitiger Befeuchtung bis zur Sättigung so weit erwärmt oder gekühlt, daß sie nach Erwärmung auf die Gebrauchstempe-

621. 316. 74 : 628. 83/.84

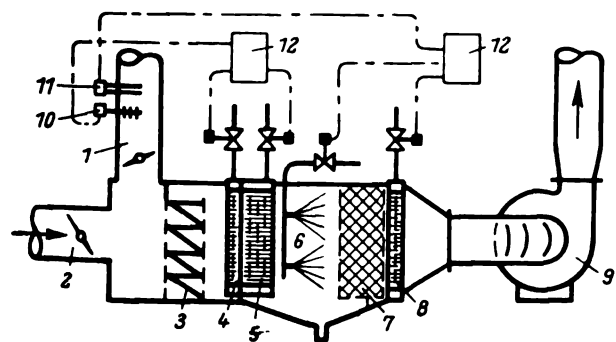
ratur gerade die gewünschte relative Feuchtigkeit hat. Die Steuerung des Kühlers oder Vorerhitzers und des Nacherhitzers wird also nur in Abhängigkeit von der Taupunkttemperatur im Luftbehälter bzw. von der Raumtemperatur vorgenommen.



- | | | |
|---------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| 1 Umluftleitung | 6 Umwälzpumpe | 10 Nacherhitzer |
| 2 Frischluftleitung | 7 Wasserdüsen | 11 Raumtemperaturfühler |
| 3 Luftfilter | 8 Wäscher- u. Tropfenabschneider | 12 Taupunktfühler |
| 4 Vorerhitzer | 9 Lüfter | 13 Regler für Ventilmotoren |
| 5 Kühler | | |

Abb. 1. Taupunktregelung.

2. Die gleitende Feuchteregelelung (Abb. 2). Physikalisch scheinen hier die Vorgänge etwas verwickelter. Der Raumluftzustand wird von je einem Temperaturfühler und einem Feuchtefühler erfaßt. Der Temperaturfühler beeinflusst den Vorerhitzer oder Kühler, während der Feuchtefühler die Wassermenge der Befeuchtungsdüsen oder den Nacherhitzer steuert.



- | | | |
|---------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| 1 Umluftleitung | 6 Wasserdüsen | 10 Raumtemperaturfühler |
| 2 Frischluftleitung | 7 Wäscher- u. Tropfenabschneider | 11 Raumluftfeuchtefühler |
| 3 Luftfilter | 8 Nacherhitzer | 12 Regler für Ventilmotoren |
| 4 Vorerhitzer | 9 Lüfter | |
| 5 Kühler | | |

Abb. 2. Gleitende Feuchteregelelung.

Die Wirkungsweise wird bei Verfolgung der Luftzustände klar. Angenommen, die relative Feuchtigkeit ist richtig, aber die Temperatur zu niedrig. Durch den Temperaturfühler wird der Vorerhitzer 4 geöffnet. Die Temperatur erreicht ihren Sollwert, zugleich ist aber die relative Feuchtigkeit zurückgegangen. Der Feuchtefühler wird nun eine stärkere Wasserabgabe der Düsen 6 veranlassen, deren Kühlwirkung durch verstärkte Heizung des Vorerhitzers 4 ausgeglichen wird. Oder die Temperatur ist richtig, aber die relative Feuchtigkeit zu hoch. Der Feuchtefühler schließt den Düsenzulauf und öffnet

den Nacherhitzer 8. Die Raumtemperatur steigt, was der Temperaturfühler mit Öffnen des Kühlers 5 beantwortet. Das Kühlerventil wird nun so weit geöffnet, daß die abgekühlte Luft ihren Taupunkt überschreitet und das Zuviel an Wasser ausfällt.

Es liegt auf der Hand, daß dieses Verfahren den geringeren Verbrauch namentlich an Kältemitteln gegenüber der normalen Taupunktregelung hat. Die Anwendung mechanisch wirkender Fühl- und Steuerglieder findet allerdings bei derartigen Regelaufgaben ihre Grenze, weil es schwierig ist, die notwendige Dämpfung zur Vermeidung von Pendelerscheinungen zu erreichen. Auch die einfache elektrische Steuerung, bei der Kontaktthermo- oder -hygrometer auf elektromagnetisch betätigte Hubventile wirken, genügt nur bei geringen Ansprüchen an die Regelgenauigkeit (sogenannte Auf-Zu-Regelung).

Alle Regelaufgaben der Klimatechnik vermag aber in idealer Weise der Kompensationsregler mit elastischer Rückführung (Abb. 3) zu lösen. Als Fühlglieder werden Widerstandsthermometer zur Temperaturmessung oder Feuchtegeber für Feuchtemessung verwendet. Bei letzteren wird eine Änderung der psychrometrischen Differenz in ähnlicher Weise wie bei der Temperaturmessung dazu benutzt, das Meßwerk einer Wheatstoneschen Brückenschaltung zum Ausschlag zu bringen. Die Zeigerausschläge werden auf Quecksilberkippschalter übertragen, die je nach ihrer Größe und Richtung verschiedene lange Schaltimpulse auf Verstell-

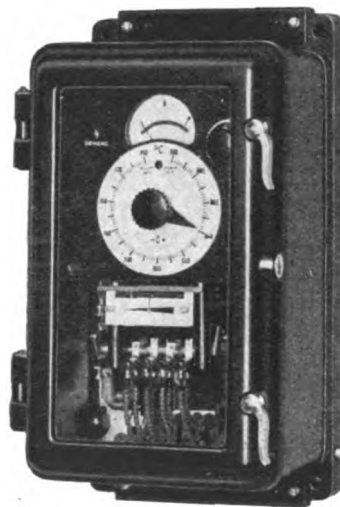


Abb. 3. Kompensationsregler mit elastischer Rückführung.

motoren für Drosselklappen und Ventile geben. Die Änderung und Einstellung einer beliebigen Solltemperatur oder Feuchte kann dabei von einer zentralen Stelle aus am Regler vorgenommen werden. Damit trotz der Trägheit der Anlage ein pendelfreier Verlauf der Temperatur oder Feuchte erreicht wird, müssen bis zur Auswirkung eines Schaltimpulses alle weiteren unterbleiben. Die elastische Rückführung ändert das Brückengleichgewicht so weit, daß das Meßwerk die Nullstellung einnimmt.

Dieser Einfluß der Rückführung klingt allmählich ab, genau so schnell wie die Anlage durch das Eingreifen des Reglers wieder auf den Sollwert hinstrebt.

Die Arbeitsweise einer Regeleinrichtung mit Temperatur- und Taupunktregelung wird an einer kleinen Klimaanlage, wie sie S&H und SSW auf der Leipziger Frühjahrsmesse (Halle 21) zeigen, sehr deutlich gemacht, da Mehrfarbensreiber die ständige Überwachung des Luftzustandes im klimatisierten Raum und in der Halle sowie im Klimagerät durchführen. Für die Erwärmung der Luft wurden in diesem Fall elektrische Widerstandsheizkörper vorgesehen, für deren feinstufige Regelung ein motorgetriebener Regelwiderstand (Flachbahnanlasser) gewählt wurde, der bei seiner hohen Stufenzahl eine gleitende Temperaturänderung ergibt. Die in dieser Klimaanlage verwendeten elektrischen Fühl-, Steuer- und Regelglieder haben sich bereits in großen Anlagen mit hohen Anforderungen an die Genauigkeit bewährt.

Eine neue selbsttätige Steuerung für stetige Fördereinrichtungen.

Von A. Orth VDE, Mannheim.

621. 316. 718 : 621. 86/. 87

Mit der Ende 1933 erfolgten Inbetriebnahme der an eine Braunkohlengrube gelieferten Steuerung mit Leuchtbild für deren gesamte neuerstellte Förder- und Klassieranlage war die Entwicklungsarbeit auf diesem Sondergebiete eingeleitet, die auch heute erst zu einem gewissen Abschluß gelangt ist. Um Vergleichsmöglichkeiten mit der hier zu beschreibenden neuesten Steuerung zu schaffen, sollen zunächst die wesentlichen Daten der erwähnten Anlage genannt und ihre steuertechnischen Merkmale kurz gestreift werden.

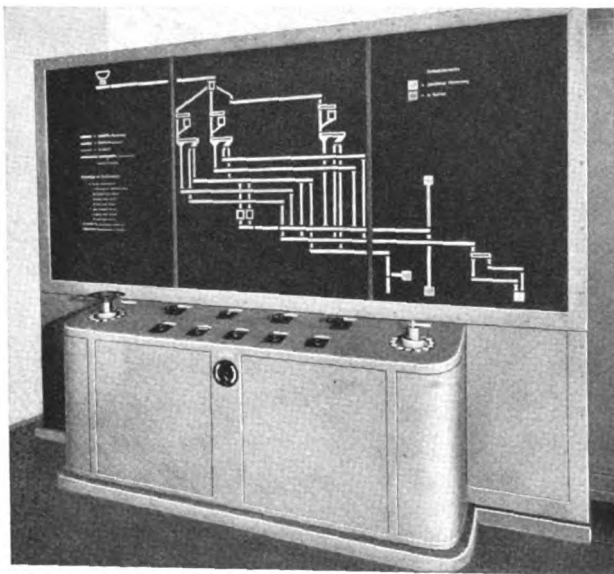


Abb. 1. Leuchtbild und Schaltpult.

Die Förder- und Klassiereinrichtungen bestehen aus 35 Gliedern, die einzeln angetrieben und entsprechend dem beabsichtigten Arbeitsvorgang zusammengeschaltet werden. Das in einem Schrägtunnel laufende Hauptförderband mit einer einfachen Länge von 280 m hat eine höchste Förderleistung von 700 t/h (etwa 200 kg/s), wobei noch ein Höhenunterschied von etwa 70 m überwunden wird. Sämtliche Antriebe werden von dem Herz der Anlage, dem sog. Klassiergebäude, aus gesteuert und überwacht. Abb. 1 zeigt das Leuchtbild für die Rückmeldung der Steuer- und Betriebsvorgänge. Jeder der 20 möglichen Förderwege wird mit einer der Wahlwalzen (Abb. 1, links und rechts auf dem Pult) gewählt. Danach wird die Anlage durch aufeinanderfolgendes Betätigen von drei Tasten „weiß“, „grün“ und „rot“ angefahren. Beim Drücken der weißen Taste „Gewählter Förderweg“ erscheint dieser in weißem Licht. Der Wärter kann sich noch einmal vergewissern, ob er den richtigen Weg gewählt hat, worauf er die grüne Taste „Abfragen der Betriebsbereiten Antriebe“ betätigt. Nun erscheinen alle betriebsbereiten Antriebe in grünem Licht; etwa gestörte Antriebe bleiben weiß. Beim Drücken der roten Taste „Ein“ kommt eine Hörmeldung „Achtung Anfahren“, nach deren Ablauf der Anlauf der Förderglieder an den äußersten Enden der Anlage beginnt. Das Einschalten der z u f ö r d e r n d e n Antriebe ist nun so verriegelt, daß sie nur anlaufen, wenn die abfördernden Glieder ihre volle Drehzahl

erreicht haben. Stauungen des Fördergutes werden so mit Sicherheit vermieden. Überwacht wird diese Fortschaltung durch Stromwächter, die das Einschalten eines z u f ö r d e r n d e n Antriebes erst freigeben, wenn der Anlaufstrom des zuletzt eingeschalteten Antriebmotors auf etwa Nennstrom abgeklungen ist. Diese Art der Anlaufverriegelung gilt auch heute noch als die vollkommenste; für ihre Anwendung bzw. Nichtanwendung spielt die Kostenfrage eine entscheidende Rolle.

Bei Störungen — z. B. Überstromauslösung eines Motors — kommt eine Hörmeldung. Gleichzeitig leuchtet der gestörte Antrieb weiß auf, während die Farbe der ausgefallenen Antriebe der Zuförderung nach der Störungsstelle von Rot in Grün wechselt, d. h. die Antriebe stehen zwar still, aber sie sind noch betriebsbereit. Die abfördernden Glieder leuchten nach wie vor rot. Nach Quittieren der Störung durch Drücken eines Knopfes erlischt die Hörmeldung. Das erneute Anfahren des ausgefallenen Teiles der Anlage vollzieht sich wie eingangs beschrieben.

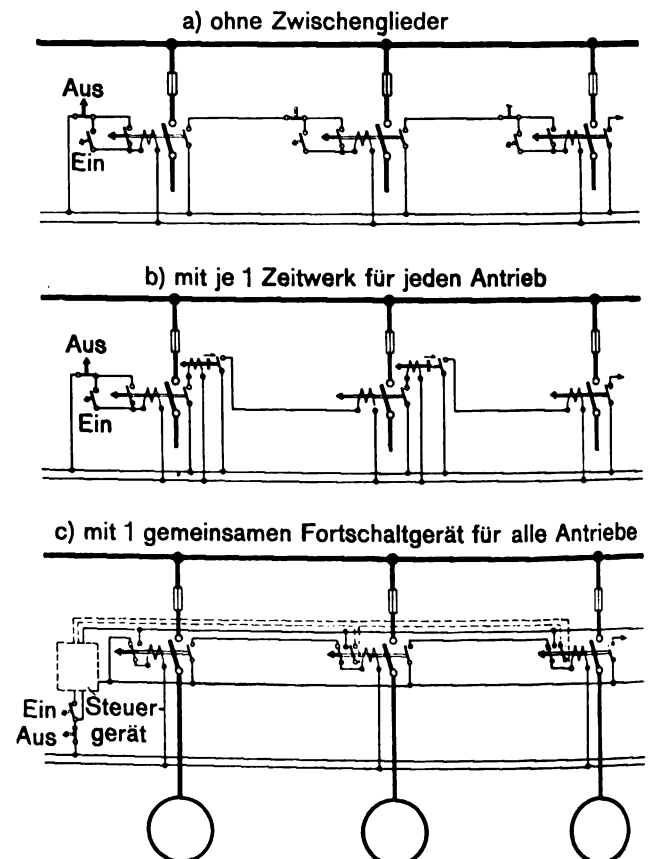


Abb. 2. Steuerungsarten für stetige Fördereinrichtungen.

Die Bestrebungen, für weniger große Ansprüche einfachere und damit billigere Steuerungen zu schaffen, ergaben zwei hauptsächliche Ausführungsarten, Abb. 2a und b, die natürlich steuerungstechnisch von dem Vorhandensein eines Leucht- oder Rückmeldebildes nicht abhängig sind. Das Merkmal dieser beiden Steuerungsarten, wie überhaupt aller Steuerungen für zusammengesetzte Förderanlagen, ist die Art des Fortschaltens beim Anlauf.

Wollte man eine Anlage mit einem einzigen Befehlsgeber einschalten, ohne dafür zu sorgen, daß zwischen dem Anlauf der einzelnen Antriebe irgendwie erzwungene Pausen liegen, die den Anlaufeigenschaften der gesteuerten Antriebe angepaßt sind, so würde dies unvermeidliche Übersättigungen und damit Betriebsstörungen zur Folge haben. Außerdem wäre die schlagartige Leistungsentnahme aus dem speisenden Netz in den wenigsten Fällen zulässig.

Die einfachste Ausführung einer Fortschaltverzögerung ist aus Abb. 2 a zu erkennen. Jeder Antrieb wird mit einem Druckknopf eingeschaltet, wobei das Einschalten nur möglich ist, wenn der vorhergehende Antrieb bereits läuft. Die Pausen können beliebig lang ausgedehnt werden, während die kürzestmögliche Pause durch die Bedienungs geschwindigkeit beim Drücken der Knöpfe gegeben ist.

Bei ausgedehnten Anlagen ergibt sich jedoch eine große Anzahl von Druckknöpfen, die auf einem Pult oder einer Steuertafel so zusammengefaßt sein müssen, daß das Auffinden der richtigen Reihenfolge bei der Bedienung nicht zu sehr erschwert ist. Ist ein Leuchtbild oder ein sonstiges Rückmeldebild vorhanden, so könnten die Druckknöpfe in den Linienzug des Förderweges eingebaut werden. Jedoch ist dies aus weiter unten erläuterten Gründen nicht zu empfehlen. Man sollte sich bei Anwendung dieser Schaltung auf einfachere Anlagen mit verhältnismäßig wenig Antrieben beschränken, Abb. 3.

Besser ist schon die Art der Fortschaltverzögerung nach Abb. 2 b, die als Überwachungsglied für die Pause Zeitwerke benutzt. Abb. 4 zeigt das Leuchtbild einer Ausrüstung, die nach dieser Steuerungsart arbeitet. Hier ist es ohne weiteres möglich, die gesamte Anlage durch einen Befehlsgeber einzuschalten, wobei jedes der Zeitwerke auf den günstigsten Wert eingestellt werden kann. Die Verbesserung gegenüber der letztgenannten Schaltung ist teuer erkauft, da jeder Antrieb mit einem Zeitwerk ausgerüstet sein muß, das verhältnismäßig teuer ist und Platz beansprucht.

BBC hat nun eine Steuerung entwickelt, die mit einem einzigen Fortschaltgerät arbeitet, das unabhängig von der Zahl der Antriebe und der parallelen Zweige der Förderanlage das aufeinanderfolgende Einschalten der in bekannter Weise verriegelten Antriebe unter Zwischenschaltung einstellbarer Pausen erzwingt. Sein Preis und seine Abmessungen liegen nicht wesentlich höher als bei den bekannten Einrichtungen, die sonst für jeden einzel-

nen Antrieb erforderlich sind. Die erzielbare Ersparnis in bezug auf Preis und Platzbedarf der Steuereinrichtungen ist offensichtlich. Ein weiterer Vorteil ist die einfache Einstellmöglichkeit der Fortschaltpausen. Zunächst kann die Gesamtzeit für den Anlauf des ganzen Förderweges verändert werden, wobei das Verhältnis der Pausen zwischen dem Einschalten zweier beliebiger Antriebe unverändert bleibt. Außerdem kann die Fortschaltpause zwischen dem Einschalten zweier Antriebe entsprechend der Schwere des Anlaufs eingestellt werden, wobei der zur Verfügung stehende Regelbereich den Anlaufbedingungen der Fördereinrichtungen genügt. Wesentlich ist der Umstand, daß die beiden Einstellungen von irgend einer Stelle aus mit einfachen Hilfsmitteln erfolgen können.

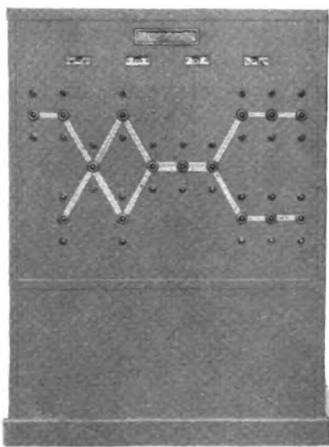


Abb. 3. Leuchtbild mit Druckknöpfen im Linienzug nach Abb. 2 a

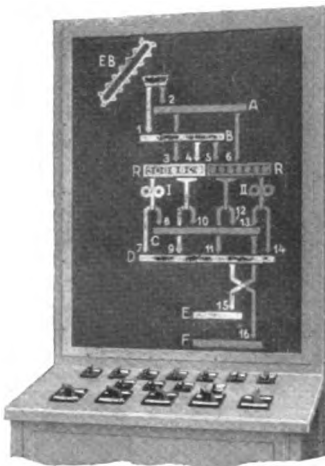


Abb. 4. Anlage mit Fortschaltverzögerung nach Abb. 2 b.

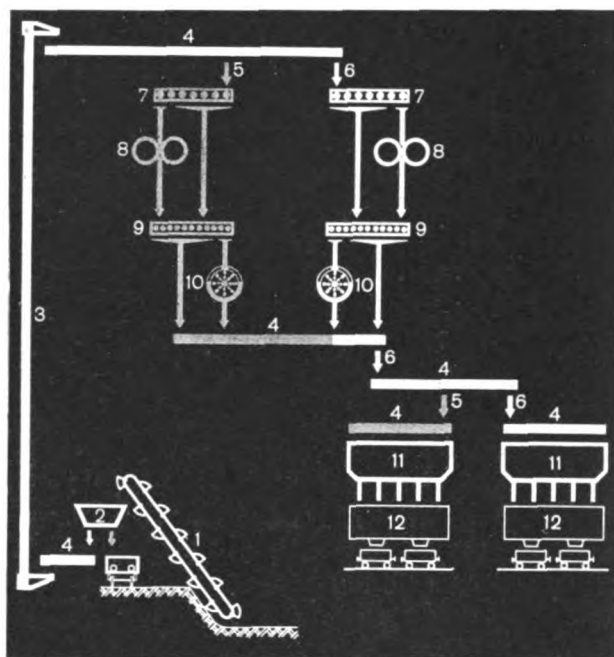


Abb. 5. Leuchtbild einer Förder- und Klassieranlage mit Steuerung nach Abb. 2 c.

Die grundsätzliche Schaltung zeigt Abb. 2 c. Mit dem Druckknopf „Ein“ werden die Schaltvorgänge eingeleitet, worauf die Anlage vollkommen selbsttätig unter Zwischenschaltung der vorher festgelegten Pausen anläuft. Der gestrichelt gezeichnete Stromkreis ist nur dann erforderlich, wenn die Fortschaltpausen verschieden lang sein sollen.

In Verbindung mit der bewährten Ausführung des Voll-Leuchtbildes mit Stark- oder Schwachstrombeleuchtung, dessen grundsätzlicher Aufbau durch Patente geschützt ist, stellt die neue Steuerung eine recht vollkommene Ausführung dar. Sie wird erstmalig auf der Leipziger Frühjahrsmesse 1938 zusammen mit dem Leuchtbild einer Förder- und Klassieranlage, Abb. 5, im Betrieb vorgeführt.

Der wesentliche Vorteil des Voll-Leuchtbildes besteht darin, daß nur die in Betrieb befindlichen Förderwege als zusammenhängendes leuchtendes Band gezeigt werden, das nirgends durch Schalter, unbeleuchtete Blindbilder, Steckeinrichtungen u. ä. unterbrochen ist, was bei verzweigten Anlagen mit vielen Antrieben eine schnelle Erfassung des Betriebszustandes ermöglicht. Eine ausführliche Beschreibung des Aufbaus solcher Leuchtbilder wurde vor einiger Zeit veröffentlicht¹⁾.

Obwohl es auch beim Voll-Leuchtbild möglich wäre, die Wahlschalter und Befehlsgeber unmittelbar in die

¹⁾ Dietzel, BBC-Nachr. 24 (1937) H. 3, S. 126.

Rückmeldetafel selbst einzubauen, ist davon bei umfangreichen Anlagen abzuraten, und zwar aus folgenden Gründen, die auch in früheren Veröffentlichungen bereits besprochen wurden²⁾: Die Übersichtlichkeit wird gestört, da der leuchtende Förderweg durch die eingebauten Elemente unterbrochen ist. Außerdem werden die Abmessungen bei

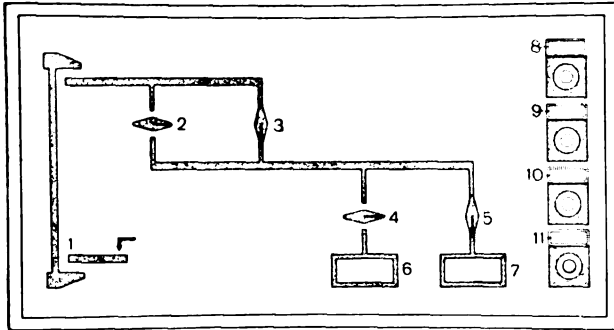


Abb. 6. Steuerpult mit Wahlschaltern für eine Förder- und Klassieranlage.

an sich schon umfangreichen Leuchtbildern vergrößert. Es ist deshalb in den meisten Fällen zweckmäßig, sämtliche Schalter und Druckknöpfe auf einem an das Leuchtbild angebauten Steuerpult anzuordnen, wobei dann die förder-technischen Zusammenhänge durch aufgemalte Bezugslinien angedeutet werden können, Abb. 6. So ergibt sich

²⁾ Jungblut, Elektr. 1. Berghau 11 (1936) S. 33. Jungblut, VDE-Fachberichte 9 (1937) S. 127.

eine gedrängte Bauart, die noch den Vorteil hat, daß der zum Beobachten des Bildes nötige Abstand zwangsläufig eingehalten werden muß.

Das Leuchtbild mit Steuerpult nach Abb. 5 und 6 zeigt eine vollständige Förder- und Klassiereinrichtung für die Förderung mit Bagger und Becherwerk über zwei Klassiergruppen mit ihren Rosten, Brechern und Mühlen bis zu den Brikettfabriken. Durch die in das Pult eingebauten Wahlschalter 2 bis 5 können sowohl die Klassiergruppen als auch die Brikettfabriken beliebig in den Förderweg eingeschaltet werden. Nach Einstellen dieser Schalter wickeln sich die Steuervorgänge folgendermaßen ab: mit dem Druckknopf 8 wird der gewählte Förderweg abgefragt. Dieser leuchtet im Blinklicht auf. Wenn die Stellung der Umlenkeinrichtungen (Abstreifer) dem gewählten Förderweg entspricht, kann der Druckknopf „Ein“ gedrückt werden. Es kommt nun eine Hörmeldung „Achtung Anfahren“, nach deren Ablauf die Förderenden anlaufen und über das erwähnte Fortschaltgerät die zu fördernden Antriebe in der richtigen Reihenfolge unter Zwischenschaltung der vorher festgelegten Pausen einschalten. Bei Störungen, die durch auf dem Steuerpult eingebaute Druckknöpfe künstlich hervorgerufen werden können, kommt ebenfalls eine Hörmeldung. Gleichzeitig leuchten die auf Grund der Verriegelung ausgefallenen Antriebe im Blinklicht. Der letzte der blinkenden Antriebe, im Zuge der Förderrichtung gesehen, ist der gestörte. Die Meldung erlischt erst nach Drücken der Taste 10, „Hörmelder Aus“. Der ausgefallene Teil wird, wie bereits beschrieben, erneut angefahren. Die zu Vorführungszwecken bestimmte Steuerung kann auch von Besuchern der Messe selbst bedient werden, wobei nur ein einziger Knopf betätigt werden muß, wonach die Steuervorgänge in der geschilderten Weise selbsttätig ablaufen.

Fortschritte im Bau von Hochspannungssicherungen.

Von K. A. Lohausen, Berlin.

Die vor mehreren Jahren entwickelten Hochleistungssicherungen mit Kurzschlußstrombegrenzung¹⁾, die sich inzwischen im praktischen Betriebe zu Zehntausenden bewährt haben, sind in letzter Zeit auf einige Sondergebiete vorgedrungen, von denen insbesondere zwei erwähnenswert sind: das Gebiet niedriger Frequenzen und das höchster Spannungen, nachdem hohe Stromstärken schon seit verhältnismäßig langer Zeit beherrscht werden²⁾.

Die Wirkung der HS-(Hochspannungs-Schmelz-) Sicherungen beruht bekanntlich darauf, daß durch die Wärme des Metaldampfes Schmelzraupen aus dem die Leiter umgebenden Sande zusammensintern und dabei elektrisch leitend werden, so daß sie den Kurzschlußstrom übernehmen und unterbrechen können.

Die Schwierigkeiten, die durch niedrigere Frequenzen bedingt sind, liegen hauptsächlich in der längeren Dauer des Nachstromes, der nach dem Verdampfen der Schmelzleiter in den Schmelzraupen fließt. Die längere Belastung der Schmelzraupen läßt in ihnen eine größere Wärmemenge entstehen, so daß die Gefahr einer Überhitzung entsteht, die zur Verringerung des temperaturabhängigen Widerstandes führen kann. In Abb. 1 ist die Strom-Spannungs-Kennlinie eines Heißeiters, wie ihn eine solche Schmelzraupe darstellt, aufgezeichnet. Wegen der Zunahme der Leitfähigkeit mit der Temperatur, also mit der Strombelastung, geht die Kennlinie allmählich aus einer

steigenden in eine fallende über, nimmt also schließlich die Eigenschaften eines Lichtbogens an. Da hiermit eine gleichmäßige Verteilung der Kurzschlußenergie auf die parallelgeschalteten Zweige nicht mehr möglich ist, diese sich vielmehr auf eine oder wenige Schmelzraupen versammelt, die nicht mehr fähig sind, die Wärme abzuführen, so versagt die Sicherung, wenn nicht dafür gesorgt wird, daß nur der steigende Teil der Kennlinie benutzt wird.

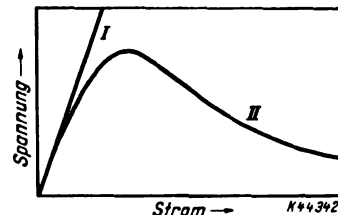


Abb. 1. Strom-Spannungs-Kennlinien eines konstanten Widerstandes (I) und eines Heißeiters (II).

Dies kann entweder durch längere Schmelzleiter erreicht werden, was aber ein Ansteigen der Spannungserhöhung im Augenblick des Verdampfens der Schmelzleiter zur Folge hat, oder durch weitergehende Aufteilung und schwächere Bemessung der vermehrten Einzel-

leiter im Verein mit einer geeigneten Zusammensetzung des Füllsandes mit erhöhter Anfangsleitfähigkeit. Die ersten beiden Maßnahmen dienen einer verbesserten Kühlung, und alle drei zusammen einer Verminderung der Spannungserhöhung. Durch teilweise Anwendung dieser Maßnahmen war es der AEG schon im Jahre 1934 möglich,

¹⁾ AEG-Mitt. (1935) H. 3, S. 71, H. 4, S. 148 u. H. 12, S. 402.

²⁾ ETZ 56 (1935) S. 259.

HS-Sicherungen für 16% Hz, 17,3 kV und 60 A zu bauen, die für Wechselstrom-Triebwagen verwandt wurden. Die Bewährung dieser Bauart, von der inzwischen 116 Stück in Betrieb gekommen sind, geht am besten daraus hervor, daß, nachdem sie anfangs nur teilweise eingesetzt wurde, die Betriebserfahrung sehr bald zu ihrer ausschließlichen Verwendung führte. Einer der wichtigsten Gründe hierfür war die durch folgenden Vorfall erwiesene Betriebssicherheit auch bei der Unterbrechung geringer Überlastungen: Ein Fehler am Fahrshalter rief einen niederspannungsseitigen Kurzschluß hervor, der sich infolge der niedrigen Schaltstufe auf der Oberspannungsseite des Triebwagen - Transformators nur als verhältnismäßig geringe Überlastung bemerkbar machte, die ein ganz langsames Ansprechen der Hochspannungssicherung zur Folge hatte. Trotzdem diese Art der Beanspruchung für eine Hochspannungssicherung die denkbar schwerste darstellt, wurde die Überlastung nach mehreren Minuten glatt unterbrochen.

Die guten Betriebserfahrungen mit den 60 A-Sicherungen führten zur Entwicklung von 120 A-Sicherungen, die ebenfalls für 16% Hz und 17,3 kV bestimmt sind und als Überstromschutz für größere Wechselstrom-Triebwageneinheiten dienen sollen. Bei ihnen wurde von den oben angedeuteten Bemessungsregeln ein noch weitergehender Gebrauch gemacht, was sich in einer wesentlichen Beschränkung der Spannungserhöhung im Augenblick des Verdampfens der Schmelzleiter auswirkt. Abb. 2 zeigt das Oszillogramm eines Kurzschlußversuches mit einer solchen Sicherung, aus dem eine Spannungserhöhung von nur 80 % hervorgeht. Abb. 3 zeigt einen Teil des nach dem Kurzschlußversuch ausgebauten Schmelzleiterträgers mit den Schmelzraupen, die völlig gleichmäßig ausgebildet sind, was auf eine gleichmäßige Aufteilung der Kurz-

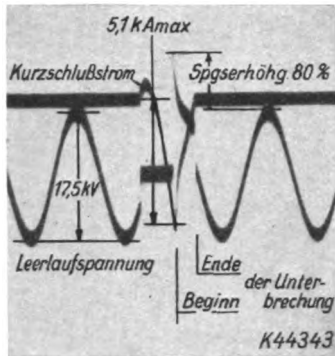


Abb. 2. Oszillogramm einer Kurzschlußunterbrechung mit einer HS-Sicherung für 17,3 kV, 16 $\frac{1}{2}$ % Hz und 120 A.

waren drei Gründe maßgebend, von denen einer vom Spannungswandler selbst herrührt, während die zwei anderen dem bisherigen Entwicklungsstand der Hochspannungssicherungen entsprachen:

Der erstere liegt in der hohen Betriebssicherheit der Spannungswandler, die außer der guten Isolation der geringen thermischen Beanspruchung zu danken ist. Sie ließ die Anwendung von Sicherheitsvorkehrungen als überflüssig erscheinen.

Der zweite und wichtigste Grund war der, daß es keine Hochleistungssicherungen für Höchstspannungen gab und die manchmal verwendeten Blas- oder Flüssigkeitssicherungen nur in Verbindung mit hochohmigen Widerständen zur Begrenzung des Kurzschlußstromes brauchbar waren.

Der dritte Grund liegt in der Unmöglichkeit, den Nennstrom der Sicherung dem vom Wandler betriebsmäßig aufgenommenen Strom auch nur angenähert anzupassen, da der letztere 20 bis etwa 100 mA beträgt, während der erstere kaum wesentlich unter 1 A gesenkt werden kann.

Während die für den ersten Grund maßgebende Betriebssicherheit der Spannungswandler trotz Verkleinerung der Abmessungen³⁾ sich nicht geändert hat, ist der zweite Grund durch die Entwicklung der neuzeitlichen Hochleistungssicherungen weggefallen, da diese auch für Spannungen bis 220 kV gebaut werden können und damit dem berechtigten Wunsch der Betriebe entsprochen wer-

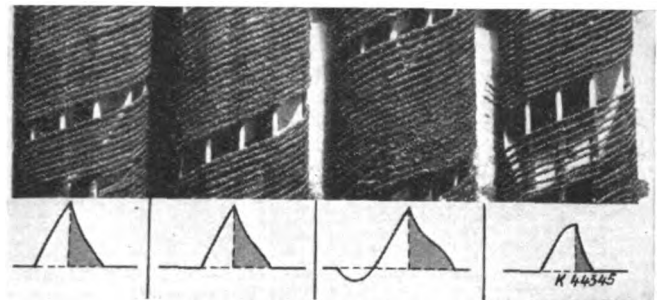


Abb. 4. Schmelzraupen von HS-Sicherungen für 17,3 kV, 16 $\frac{1}{2}$ % Hz und 120 A nach Kurzschlußversuchen mit verschiedenen Nachstromdauern.

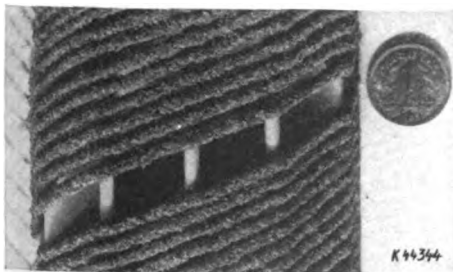


Abb. 3. Schmelzleiterträger mit Schmelzraupen einer HS-Sicherung für 17,3 kV, 16 $\frac{1}{2}$ % Hz und 120 A nach Unterbrechung der vollen Kurzschlußleistung. Auf der rechten Seite des Bildes zum Größenvergleich 1 RM.

schlußenergie hinweist. Abb. 4 zeigt die Schmelzraupen von 4 derartigen Sicherungen, denen die aus den Kurzschluß-Oszillogrammen entnommenen Stromkurven beigelegt sind. Aus diesem Bilde geht erstens hervor, daß die gleichmäßige Aufteilung stets mit Sicherheit erreicht wird; zweitens ist aus ihm die Abhängigkeit der Schmelzraupendicke von der Nachstromdauer ersichtlich.

Die Weiterentwicklung der HS-Sicherungen für höhere Spannungen wurde hervorgerufen durch das Bedürfnis nach der Verbesserung der Betriebssicherheit von Höchstspannungsanlagen, in denen Spannungswandler eingebaut sind. Bisher herrschte vielfach die Gepflogenheit, Spannungswandler nicht zu sichern. Hierfür

den kann, Spannungswandler wenigstens bei Sammelschienenanschluß abzusichern, um eine Störung am Wandler nicht zu einem Sammelschienenkurzschluß auswachsen zu lassen. Diese an sich erstaunliche Höhe der mit HS-Sicherungen beherrschbaren Spannungen ist in ihrer Arbeitsweise begründet: Die beim Verdampfen der Schmelzleiter sich bildenden Schmelzraupen sind reine Widerstände, so daß durch diese selbst eine Widerstandssteuerung der Spannung und damit eine gleichmäßige Beanspruchung über die ganze Länge der Sicherung hinweg erzielt wird.

Abb. 5 zeigt Spannungswandlersicherungen für 60, 100, 150 und 200 kV, die bei zweipolig angeschlossenen Spannungswandlern paarweise einzubauen sind, während bei Erdungsspannungswandlern eine genügt. Die Schmelzleiter dieser Sicherungen bestehen wie bei den gewöhnlichen HS-Sicherungen aus mehreren parallelgeschalteten Einzeldrähten, die schraubenlinienförmig auf einen keramischen Träger gewickelt sind. Als Leiterstoff wird ein gegen Koronaeinwirkungen festes Metall benutzt; die Koronaentladungen sind ferner durch den großen Wicklungsdurchmesser stark herabgesetzt. Das Füllmittel ist ein besonders zusammengesetzter Sand, der in seinen Eigenschaften den Beanspruchungen bei hohen Spannungen angepaßt ist. Gewisse Schwierigkeiten bestanden in

³⁾ AEG-Mitt. (1937) H. 3, S. 98.

der Aufbringung der dünnen Drähte auf den Schmelzleiterträger und ihrer Verbindung mit den Sicherungsanschlüssen, die aber durch Entwicklung entsprechender Herstellungs- und Überwachungsverfahren überwunden wurden. Sicherungen dieser Art sind für 120 kV seit über einem Jahre im Betrieb und haben sich voll bewährt.

Der dritte oben angedeutete Grund für die bisherige Vermeidung von Spannungswandlersicherungen, nämlich die große Spanne zwischen Sicherungsnennstrom und Wandlerbetriebsstrom, ist mit den beschriebenen Sicherungen an sich noch nicht beseitigt, da auch sie für etwa 1 A bemessen sind. Er ist allein aber nicht ausschlaggebend, und zwar aus folgenden Gründen: Zunächst ist der Hauptzweck, nämlich der Schutz des Netzes gegen Rückwirkung von Wandlerstörungen, voll erfüllt. Aber auch die Begrenzung der Folgen von im Wandler auftretenden Fehlern und der Schutz des Wandlers selbst gegen schwerere Beschädigungen infolge solcher Fehler

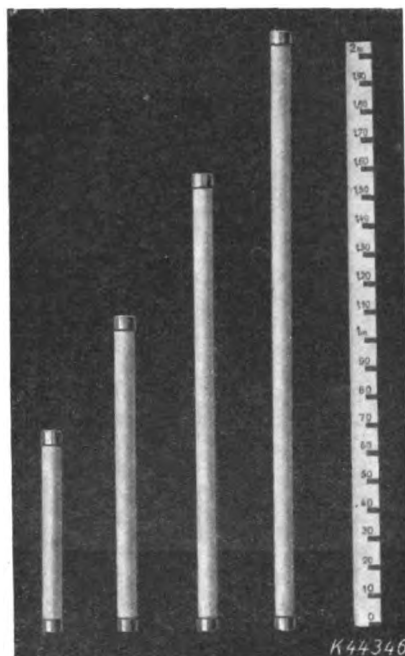


Abb. 5. Spannungswandlersicherungen für 60, 100, 150 und 200 kV.

wird durch solche Sicherungen erreicht, da sie infolge ihrer Kurzschlußflinkheit die aus kleinen Fehlern entstehenden und dann bei Umsichgreifen der Fehler wachsenden Überströme in dem Augenblicke unterbrechen, wo sie beginnen, gefährliche Werte anzunehmen. —

Auch die in den letzten Jahren entwickelten HA - (Hochspannungs-Ausblase-) Mittelleistungssicherungen⁴⁾ wurden weiter entwickelt. Bei der raschen Aufnahme, die diese einfachen und billigen Sicherungen wegen ihrer sicheren Arbeitsweise bei der Unterbrechung geringer Überströme und wegen der leichten Austauschbarkeit ihrer Schmelzleiter in der Praxis gefunden haben, stellte sich bald das Bedürfnis heraus, sie auch für kleine Nennstromstärken, nämlich 2 A und 1 A, also für Transformatoren von 10 bis 50 kVA, weitgehend zu verwenden. Diese niedrigen Nennstromstärken sind deshalb besonders erwünscht, weil HA-Sicherungen, mit denen wegen ihrer großen Trägheit nicht übersichert werden muß, einen vollen Überlastungsschutz erzielen lassen, da ihre Abschmelzzeiten bei kleinen Überströmen

den zulässigen Überlastungsdauern von Transformatoren angepaßt sind.

Der Verwendung dieser Sicherungen mit niedrigen Nennstromstärken unter 4 A in Mittelspannungs-Freileitungsnetzen stand bisher die geringe Gewitterfestigkeit der dünnen Schmelzleiter entgegen. Bei Überschlügen hinter der Sicherung, die durch atmosphärisch bedingte Überspannungen entstehen, können Stromstöße von mehreren hundert Ampere bis etwa 1000 A auftreten, die etwa 30 bis 100 μ s andauern können. Diese Stromstöße genügen durchaus, um die Schmelzleiter von 2 A- (unter ungünstigen Umständen auch 4 A-) Sicherungen mit flinker Kennlinie zum Abschmelzen zu bringen, auch wenn infolge der Erdschlußkompensation dem Überschlag kein Strom nachfolgt. Diesen Beanspruchungen gegenüber ist der übliche Silberschmelzleiter ungeeignet, weil seine geringe Wärmekapazität trotz der hohen Leitfähigkeit ihn schneller abschmelzen läßt als Leiter aus den meisten anderen Metallen. Die größten Abschmelzzeiten bei gleichen Strömen und leitwertgleichen Querschnitten weisen Nickel- und Eisenlegierungen auf, so daß aus ihnen hergestellte Schmelzleiter eine hohe Stoßfestigkeit besitzen, die bei den neuen Schmelzleitern für die HA-Sicherungen noch durch eine Lötstelle vergrößert

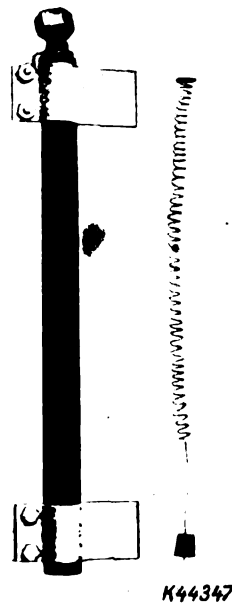


Abb. 6. 10 kV-HA-Sicherung mit stoßfestem Schmelzleiter.

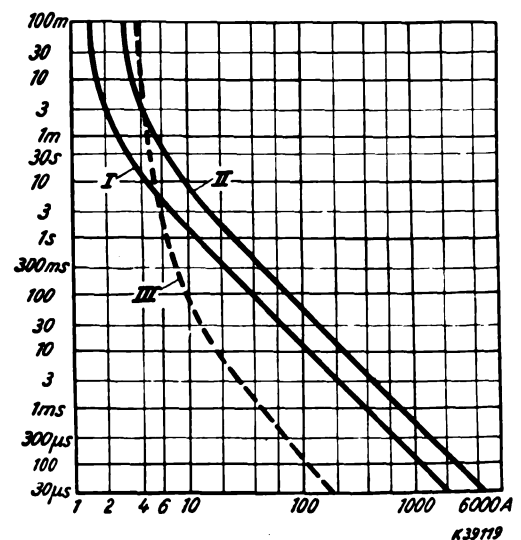


Abb. 7. Abschmelzkennlinien von HA-Sicherungen 1 A (I) und 2 A (II) mit stoßfesten Schmelzleitern und einer flinken 2 A-Hochspannungssicherung (III).

wird, die bei geringen Strömen anspricht, während bei Kurzschluß der Schmelzleiter auf der ganzen Länge gleichzeitig abschmilzt.

Abb. 6 zeigt das Rohr einer 10 kV-HA-Sicherung und daneben einen stoßfesten Schmelzleiter für 2 A, an dem

⁴⁾ AEG-Mitt. (1936) H. 12, S. 415.

in der Mitte die mit Rücksicht auf die Koronagefahr kugelig ausgebildete Lötstelle erkennbar ist; die gewundene Leiterform bewirkt beim Aufschmelzen der Lötstellen ein Auseinanderschnellen auf die für die Unterbrechung geringer Ströme erforderliche Länge. Abb. 7

zeigt die Kennlinien von HA-Sicherungen für 1 A und 2 A mit stoßfesten Schmelzleitern im Vergleich zu der einer gewöhnlichen 2 A-Hochspannungssicherung. Aus der Darstellung geht die außerordentliche Trägheit der neuen Schmelzleiterbauart deutlich hervor.

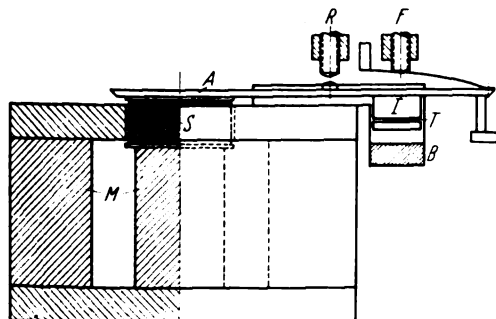
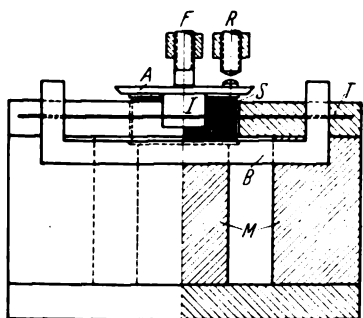
Neuzeitliche Tauchspulrelais.

Von E. Bräuer, Berlin.

Unter Tauchspulrelais versteht man elektrodynamische Relais, bei denen also kein Eisenteil, sondern eine stromdurchflossene Spule den Bewegungs- und Schaltvorgang vollzieht. Man ist dabei in der Lage — im Gegensatz zu den Drehspulen von Meßinstrumenten —, die gesamte Spulenwicklung in das magnetische Feld einzubetten, so daß alle Teile der Wicklung von Kraftlinien erfaßt werden und der Wirkungsgrad entsprechend hoch ist. Demgemäß zeigen alle praktisch ausgeführten Tauchspulrelais einen permanenten oder Elektromagneten mit

reichen sind. Freilich blieb ihm selbst der praktische Erfolg versagt — offenbar infolge zu geringer Berücksichtigung der technischen Anforderungen. Die Lagerung

621. 318. 5



- | | |
|--|---|
| A Spulenträger | M Magnet |
| B Spannbrücke der Torsionsfeder | R Kontakt |
| F einstellbare Vorspannfeder | S Tauchspule |
| I Befestigung des Spulenträgers an der Torsionsfeder | T Torsionsfeder, auf der A gelagert ist |

Abb. 1. Tauchspulrelais BR 66 (z. T. schematisiert) im Schnitt.

einem ringförmigen Spalt zwischen den Polschuhen, in welchen die Spule „eintaucht“. Das Magnetsystem ähnelt stark dem der elektrodynamischen Lautsprecher.

Der erste Vorschlag zum Bau solcher Relais stammt von Raymond Heising aus dem Jahre 1926¹⁾. Carton war sich schon im klaren darüber, daß mit solchen Relais ganz überraschend hohe Ansprechempfindlichkeiten zu er-

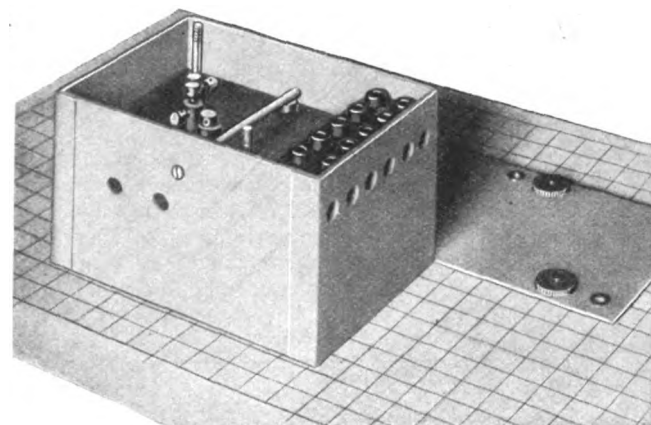


Abb. 2. Tauchspulrelais BR 66 in Ansicht.
Maße: 65 × 65 × 93 mm, Gewicht: 700 g.

der Spule in Federn, welche sich später als entscheidend für die dauernd gleichförmige Erhaltung der hohen Empfindlichkeiten erwiesen hat, hat Carton²⁾ nebenbei erwähnt. Die andere Voraussetzung für die technische Nutzbarmachung höchster Empfindlichkeiten, die Unabhängigkeit von der Lage und dementsprechend die gewichtsmäßige Austarierung des bewegten Systems, wurde erst sehr viel später erkannt. Während der Technik die Austarierung achsengelagerter Systeme bei Meßinstrumenten usw. seit Jahrzehnten eine Selbstverständlichkeit ist, zeigte es sich, daß die Austarierung federgelagerter Systeme, welche bei kleinen Drehwinkeln praktisch vollkommen genau möglich ist, kaum je vorher angewandt worden ist. Immerhin ist ihre Anwendung bei den Tauchspulrelais auch erst nach Überwindung einer ganzen Anzahl technischer Schwierigkeiten erfolgreich durchzuführen gewesen.

Von weiteren technischen Gedanken, die im Entwicklungsgange dieser Relais auftauchten, sei nur der der Verbindung eines elektrodynamischen und eines elektromagnetischen Relais erwähnt. Die Abhängigkeit der Kraft auf den bewegten Teil von dem Kontaktabstand ist beim elektrodynamischen Relais etwa linear; beim elektromagnetischen Relais dagegen steigt die Kraft bei geringer Entfernung steil an, und dieser Anstieg läßt sich durch geeignete Formgebung der Pole außerordentlich steigern. Indem man sowohl eine elektrodynamische als auch elektromagnetische Kraft auf den bewegten Teil des Relais

¹⁾ USA-Patent 1606 571.

²⁾ Franz. Patent 784 999.

wirken läßt, welche beide von der steuernden Energie erzeugt werden, kann man den Kontakt über einen großen Kontaktweg elektrodynamisch heranholen und ihn im letzten Augenblicke, also über eine ganz geringe Entfernung, elektromagnetisch mit hohem Kontaktdruck anlegen.

Der Spulenträger solcher Relais führt, wenn die Spule vom Strom durchflossen wird, eine Drehbewegung um einen kleinen Winkel aus. Hierzu könnte der Träger in

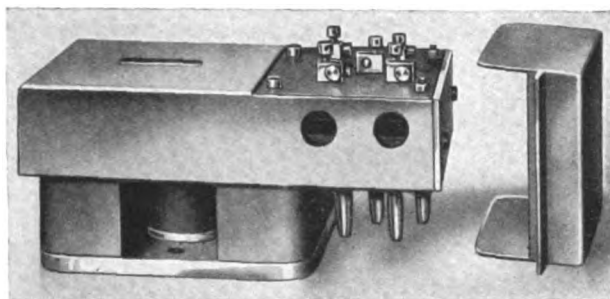


Abb. 3. Höchstempfindliches Tauchspulrelais (BR 36).

einer Achse gelagert werden. Spitzenlagerung kommt nicht in Frage, da sie nicht bloß viel zu stoßempfindlich ist, sondern den Träger auch ungenügend genau festlegt. Bei Zapfenlagerung haben die Versuche aber eine so große Ruhereibung ergeben, daß an der Empfindlichkeit bis zu mehreren Zehnerpotenzen verloren ging. Es wurde bald deutlich, daß nur Federlagerung in Frage kam, aber ehe diese den heutigen Grad von Durchbildung erfahren

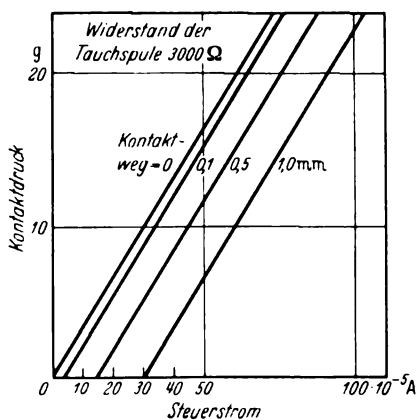


Abb. 4. Kontaktdruck des Relais BR 66 in Abhängigkeit von Steuerstrom und Kontaktweg.

hatte, war noch ein weiter Weg zurückzulegen. Heute bestehen Typen als bewährt nebeneinander, welche entweder mit sehr kurzen Biegefedern oder mit Torsionsfedern ausgerüstet sind. Diese Torsionsfedern (vgl. Abb. 1) besitzen verhältnismäßig hohe Steifigkeit. Das mit ihnen ausgerüstete Relais BR 66 der Versuchsanstalt Dr. Ernst Bräuer, Berlin, hat keine ausnehmend hohe Empfindlichkeit und stellt eine Art Normalausführung dar (Abb. 1 und 2). Seine Empfindlichkeit unterschreitet im allgemeinen nicht 10^{-8} W, was allerdings für die Mehrzahl aller technischen Anwendungen (Betätigung durch Photoströme, Thermostrome, Detektorströme, Isolationsfehlerströme usw.) bereits überreichlich genügt. Die Torsionsfeder ist ein breites, flaches Stahlband, das gegen transversale Stöße außerordentlich steif ist. Die Torsionssteifigkeit ist um viele Zehnerpotenzen geringer. Diese Relais sind praktisch unabhängig von der Lage — abgesehen von der ungünstigsten „Durchschnell“-Lage. Auf

jeden Fall bleibt der Einstellunterschied in allen Lagen unter 10^{-6} W. Der bewegte Teil ist nach zwei Achsen gewichtsmäßig ausgeglichen, so daß sein Schwerpunkt in der Drehachse liegt; in der dritten Achse ist er steif. Die Schaltzeiten liegen an der Empfindlichkeitsgrenze bei 0,1 s und gehen bis auf etwa 2 ms herunter. Durch entsprechende Wahl der Schaltung lassen sich Prellungen auch bei kürzesten Schaltzeiten ganz oder wenigstens fast ganz unterdrücken. Die höchsten zulässigen Kontaktdrücke liegen bei 200 g. Kontaktdrücke von 20 g werden bei 10^{-3} W erreicht (Abb. 4).

Für höhere Empfindlichkeiten ist die Type BR 36 (Abb. 3 und 5) bestimmt. Ihr Spulenträger ist ebenso austariert; er ist aber in zwei Biegefedern von wenigen Millimeter Länge gelagert. Mit diesem Relais sind repro-

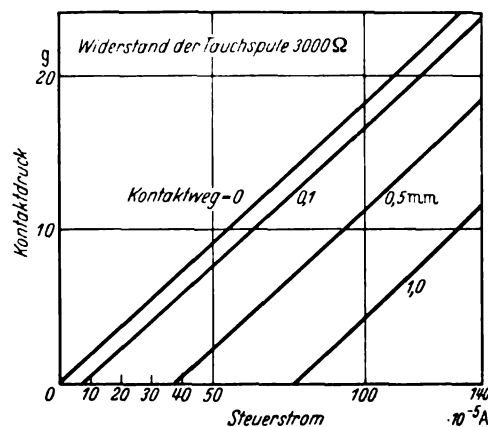


Abb. 5. Kontaktdruck des Relais BR 36 in Abhängigkeit von Steuerstrom und Kontaktweg.

duzierbare Ansprechempfindlichkeiten unter 10^{-11} W erreicht worden. Die Schaltzeiten steigen an der Ansprechgrenze bis auf 0,2 s und sinken im allgemeinen nicht unter 3,5 ms.

Die Schaltleistung dieser Relais ist hoch. Das hat vor allen Dingen seinen Grund in der Kürze der Schaltzeiten und der günstigen Bewegungskennlinie beim Öffnungsvorgang. Mit 1 mW Steuerenergie sind bis zu 500 W Wechselstrom, 220 V, rein ohmsche Belastung, geschaltet worden. Bei 100 W Belastung, 220 V Wechselstrom, ergab das Relais BR 66 6 Mill einwandfreie Schaltungen. Die Belastung war rein ohmsch, die Steuer-

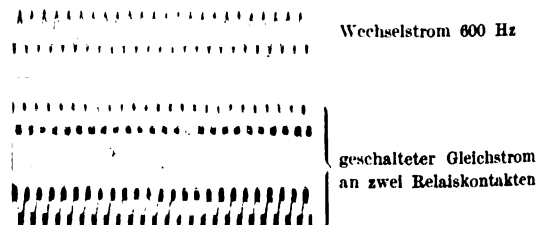


Abb. 6. Oszillogramme der Schaltung von Gleichstrom an zwei Kontakten durch ein Relais BR 23 (ähnlich Relais BR 65), Wechselstrom 600 Hz.

energie 0,1 mW. Bei induktiver Belastung entsprechend einem Phasenwinkel von 30° wurde die gleiche Zahl von Schaltungen bei 40 VA erreicht. Bei nur 2 W (220 V) geschalteter Wechselstromenergie ging die Zahl der einwandfreien Schaltungen auf 4000 Mill herauf, gewiß eine beachtliche Leistung, welche bei 100 Schaltungen in der Sekunde erst nach $1\frac{1}{2}$ Jahren absolviert war.

Um sehr kurze Schaltzeiten und zugleich unbedingte Prellfreiheit zu erreichen, wurde neben den normalen Kontakten ein Schleifkontakt entwickelt und das Relais BR 75 damit ausgerüstet. Mit ihm ist das Oszillogramm Abb. 7 aufgenommen. Die Schaltzeit liegt bei

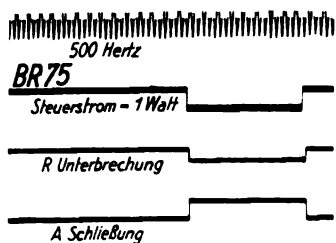


Abb. 7. Schaltoszillogramm des Relais BR 75 bei Betätigung durch gestasteten Gleichstrom.

1 ms. Die Steuerenergien sind natürlich größer als bei den anderen Typen. Auch werden nur geringere Schaltzahlen erreicht. Immerhin hat diese Type für die Lösung verschiedener Aufgaben entscheidende Bedeutung.

Ein weiteres Relais (BR 23), dessen Aufgabe es ist, Wechselströmen bis zu möglichst hohen Frequenzen konform zu folgen, wurde bereits früher in der ETZ beschrieben³⁾. Mit ihm ist das Oszillogramm Abb. 6 auf-

³⁾ ETZ 57 (1936) S. 468, Abb. 8.

genommen. Die Spule wird von einem Wechselstrom von 600 Hz mit etwa 1 mW Leistung durchflossen, und das Relais schaltet sauber an zwei Kontakten Gleichströme, so daß die Zahl der Schaltungen in einer Sekunde insgesamt 2400 beträgt. Es lassen sich damit auch noch höhere Frequenzen bewältigen; doch ist schließlich die Einstellung besonders bei stark wechselnder Frequenz nicht leicht. Es ist auch nicht möglich, zu verhindern, daß bei plötzlichem An- und Abschalten des Steuerstromes einige Fehlschaltungen erfolgen.

Eine wichtige Eigenschaft aller dieser Relais ist ihre geringe Selbstinduktion und Wicklungskapazität. Ihre ohmschen Widerstände liegen zwischen kleinen Bruchteilen eines Ohm und 4000 Ω ; normal werden sie mit 10, 100, 500, 1000, 2000 und 3000 Ω ausgerüstet. Gemeinsam ist ihnen weiter eine sehr hohe mechanische Widerstandsfähigkeit. Bei stärksten Stößen ist fehlerfreies Schalten in der Größenordnung von 10^{-4} W Steuerenergie zu erreichen. Wichtig ist schließlich die sehr hohe elektrische Überlastbarkeit; diese Relais vertragen die Aufnahme des 10^{10} -fachen ihrer Ansprechempfindlichkeit, d. h. bis zu einigen Watt. Dabei legt sich die Spule gegen Anschläge, die sie vor mechanischer Beschädigung schützen (es würden sonst Kräfte von Kilogrammbeiträgen an den Kontakten auftreten!).

Elektro-Hochleistungsschraubenlüfter.

Von A. Bamberger, Berlin.

Der Bau von Schraubenlüftern, die wegen ihrer axialen Förderrichtung der Luft auch als Axiallüfter bezeichnet werden, hat in den letzten Jahren recht beachtliche Fortschritte aufzuweisen. Die neueren Erkenntnisse der Strömungsvorgänge, besonders befruchtet durch die

621. 34 : 621. 61
mehrerer Flügelräder unter Zwischenschaltung von Leitapparaten und durch möglichst weitgehende Herabsetzung der Strömungswiderstände im Lüftergehäuse.

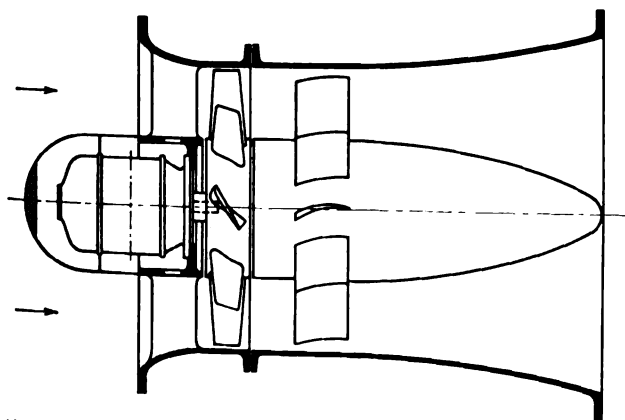


Abb. 1. Hochleistungslüfter mit Leitschaufeln und düsenförmigem Gehäuse.

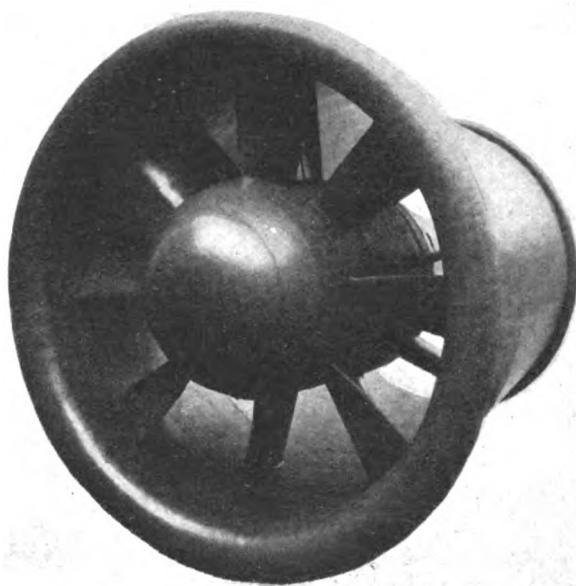


Abb. 2. Ansicht eines Lüfters, 1750 mm Dmr.

ständig steigenden Anforderungen der Technik des Flugzeugbaues, haben den Weg gezeigt, Schraubenlüfter mit einem Wirkungsgrad von nahezu 90 % und für Drucksteigerungen bis etwa 1000 mm WS. zu entwickeln. Erreicht werden derartige Spitzenleistungen vor allem durch Anwendung von Flügeln mit tragflügelähnlichen Querschnittsprofilen und einer Steigung nach strömungstechnischen Gesichtspunkten, durch Hintereinanderanordnung zweier oder

Eine Bauart, die den neuesten Forschungen im Zuge dieser Entwicklung entspricht, stellt der von den SSW auf der Leipziger Frühjahrsmesse in Halle 21 gezeigte Elektro-Hochleistungslüfter dar (Abb. 1). Er besteht aus einem

achtflügligen Laufrad und einer feststehenden Leitvorrichtung mit neun unprofilierten Leitschaufeln auf der Druckseite zur Rückgewinnung der Drallenergie. Die Flügel sind so bemessen, daß ein günstiger Wirkungsgrad und eine möglichst gleichmäßige Geschwindigkeits- bzw. Druckverteilung über dem gesamten wirksamen Radius des Axiallüfters erzielt werden. Das Lüftergehäuse ist als Einlaufdüse durchgebildet und erhält bei größeren Durchflußgeschwindigkeiten hinter der Leitvorrichtung eine diffusorartige Erweiterung zur Umsetzung von Strömungs- in Druckenergie. Dieser Hochleistungs-Schraubenlüfter zeichnet sich durch seinen hohen Wirkungsgrad von über 80 % (in einstufiger Bauart) in einem weiten Belastungsbereich aus. Auch bei starker Drosselung, d. h. bei kleiner Fördermenge und verhältnismäßig hohem Druck ist ein Arbeiten mit ausreichendem Wirkungsgrad gewährleistet.

Die neuzeitliche Entwicklung der Technik des elektrischen Antriebes, eine organische Einheit der Arbeits- und der Antriebsmaschine zu schaffen, hat sich auch bei diesem Axiallüfter durchgesetzt. Während man bei älteren Bauarten noch den normalen mit Füßen versehenen Motor vorfindet und diesen auf einer im Saugring befestigten

Tragkonsole aufsetzt, verwendet man bei neueren Ausführungen den Flanschmotor, den man stromlinienförmig umkleidet und an einem durch mehrere aerodynamisch günstig geformte Rippen gehaltenen Anschlußflansch befestigt. Der Forderung nach möglichst strömungsfreiem Luftdurchgang im Gehäuse wird weitgehend eine Bauart gerecht, bei der der Antriebsmotor vollständig in den stromlinienförmig umschlossenen Totraum hinter der Flügelradnabe verlegt wird. Die Leitschaufeln dienen als Stützen des Motors. Die Kabel zum Motor werden durch eine Leitschaukel mit Profilquerschnitt zugeführt. Antriebsmaschine und Motor bilden, wie Abb. 2 deutlich veranschaulicht, ein geschlossenes Ganzes. — In Zusammenarbeit von Maschinenbau und Elektrotechnik sind so für die Zwecke der Luft- und Gasförderung hochwertige Elektro-Arbeitsmaschinen durchgebildet worden, die infolge ihres hohen Wirkungsgrades, ihrer gedrängten Bauart und des bequemen An- und Einbaues in Rohrleitungen oder Kanälen in der Praxis bereits eine mannigfaltige Verwendung für Lüftungsanlagen jeglicher Art, für Grubenbewetterung, für Saugzug- und Unterwindanlagen usw. gefunden haben.

10 t-Prüftransformator für 1 Mill V Betriebsspannung.

Von R. Crämer, Berlin.

Der Entwurf eines neuzeitlichen Hochspannungs-Prüfraumes ist in hohem Maße von der Bauart der aufzustellenden Hochspannungsanlagen abhängig. Sowohl Prüftransformatoren wie Stoßanlagen der älteren Bauweise beanspruchen einen großen Teil der Grundfläche des Raumes. Für hohe Spannungen ergeben sich dadurch Bauwerke von großen Abmessungen mit einem erheblichen Anlagekapital.

Unter Zugrundelegung neuzeitlicher beweglicher Hochspannungsanlagen mit geringen Eigengewichten kommt man zu erstaunlich kleinen Raumabmessungen. Es darf als bekannt vorausgesetzt werden, daß man heute fahrbare Stoßgeneratoren in Säulenbauform für Spannungen bis zu mehreren Millionen Volt bei großer Eigenkapazität baut, deren Grundfläche z. B. bei 4 Mill V nur $10,5 \text{ m}^2$ beträgt. Werden in dem Raum Prüfungen mit 50 Hz-Wechselspannung vorgenommen, so können derartige Generatoren in eine Ecke oder an die Wand geschoben werden, wodurch ein großer Teil des Raumes für die anderen Versuche ausgenutzt werden kann.

Auch auf dem Gebiet der Prüftransformatoren verwendet man seit vielen Jahren für hohe Spannungen bis zu 1 Mill V Betriebsspannung Öltransformatoren in einer Stufe mit einer senkrecht auf dem Kasten aufgebauten oder seitlich aus demselben herausgeführten Durchführung. Ein Transformator mit senkrechter Durchführung beansprucht gegenüber der älteren Bauweise mit drei hintereinander geschalteten Einzeltransformatoren oder anderen Konstruktionen eine wesentlich kleinere Grundfläche, aber durch den erforderlichen Isolationsabstand der Durchführung von der Wand immer noch zu viel Raum. Bei seitlich angebrachter Durchführung wird zweckmäßig der Blechkasten an einer Außenwand des Raumes im Freien auf einem Eisengestell aufgestellt und die Durchführung durch die Wand geführt. Jedoch wirkt die in den Raum weit hineinragende Durchführung bei Versuchen mit anderen Spannungsarten (z. B. Stoßspannung) immer noch störend.

621. 314. 23. 027. 7 : 621: 317. 2

Um einerseits diesen Nachteil zu beseitigen, andererseits Prüftransformatoren für so hohe Spannungen leichter und damit billiger zu gestalten, ist die AEG zu einer gänzlich neuen Bauweise übergegangen, und zwar unterscheidet sich bei dieser der innere Aufbau von dem bisherigen dadurch, daß an Stelle eines Mantelkernes ein Eisenstumpf gewählt wurde (Abb. 1). Um diesen Kern ist eine mehr-

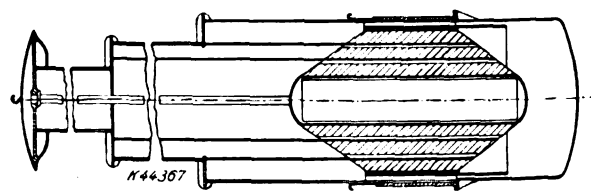


Abb. 1. Innerer Aufbau des Prüftransformators.

teilige Hochvoltspule angeordnet, deren äußerste Lage mit dem Erdpotential endigt, während die innerste mit dem Eisenstumpf verbunden ist. Der Eisenstumpf hat also bei voller Erregung die volle Spannung gegen Erde. Um einerseits einen besseren Rückschluß der magnetischen Kraftlinien zu erzielen und andererseits eine Erwärmung des Blechkastens durch Streukraftlinien zu vermeiden, wird die äußerste Lage der Wicklung von einem dünnen Eisenmantel umgeben. Ein Transformator mit offenem Eisenkern hat naturgemäß eine hohe induktive Scheinaufnahme. Durch eine besonders günstige Wicklungsart wird jedoch eine so hohe Eigenkapazität erreicht, daß bei mittlerer kapazitiver Belastung, wie sie normalerweise zu erwarten ist, ein großer Teil der induktiven Scheinaufnahme kompensiert wird. Der Transformator arbeitet also im Gebiet der Stromresonanz; die Stromquelle liefert praktisch nur die Wirkkomponente des Magnetisierungsstromes und der Belastung. Die Aufstellung einer beson-

deren Drosselspule parallel zur Transformatorwicklung erübrigt sich hierbei.

Die Durchführung ist eine mehrfach gesteuerte Kondensator-Durchführung, deren drei Glieder an drei Punkten der Wicklung derart angeschlossen sind, daß jedes Glied für 333 kV Betriebsspannung bemessen werden muß. Jedes Glied hat in sich eine gleichmäßige Spannungsteilung. Während bisher die Abschlußkappe der Durchführung eines Prüftransformators für hohe Spannungen zur Vermeidung geräuschvoller leuchtender Glimm- bzw. Büschelentladungen durch eine entsprechend große Kugel abgeschirmt war, ist an deren Stelle bei der neuen Bauart eine scharfkantige Scheibe getreten. Da die Verbindung zwischen dem Prüfling und der die Transformatordurchführung abschließenden Kugel stets durch einen dünnen

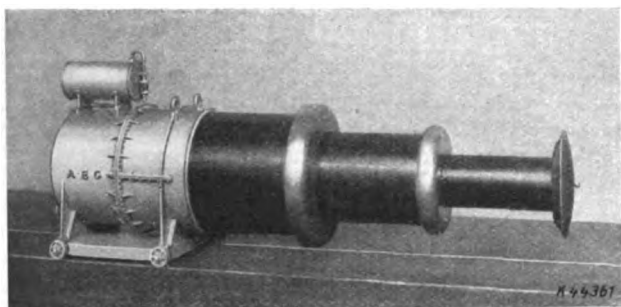


Abb. 2. Prüftransformator für 1 Mill V Betriebsspannung, Gesamtgewicht 10 t.

Draht hergestellt werden muß, so tritt an diesem so starkes Glimmen mit stellenweiser Büschelentladung bei hohen Spannungen ein, daß der Wert der Glimmfreiheit der Kugel illusorisch wird. Der Anschluß über Metallrohre verbietet sich von selbst, da nur bei sehr großen Rohrdurchmessern Entladungen vermieden werden. Eine Kugel müßte für einen 1000 kV-Transformator mindestens einen Durchmesser von 1,25 m haben. Eine derartige Kugel ist teuer, leicht verletzlich und hat nur so lange Sinn, als keine Prüflinge angeschlossen sind. Aus diesem Grunde verzichtet man auf die Kugel und versieht die Abschlußkappe bei der neuen Bauart mit einer scharfkantigen Scheibe, die den Vorteil mit sich bringt, daß an ihrem scharfen Rande eine gleichmäßige Glimmentladung stattfindet. Wäre diese Scheibe nicht an der Kappe angebracht, so gäbe es geräuschvolle Büschelentladungen.

Die Bauart des Transformators, dessen Gewicht nur 10 t beträgt, gestattet eine stehende und eine liegende

Aufstellung. Auf Abb. 2 ist die neue Type in waagerechter Lage zu sehen. Die liegende Anordnung bringt bei dem geringen Gesamtgewicht die Möglichkeit einer leichten Verschiebbarkeit des Transformators in axialer Richtung mit sich, was bei engen Prüfräumen, in denen auch hohe Stoßspannungen zur Verfügung stehen, insofern von Vor-

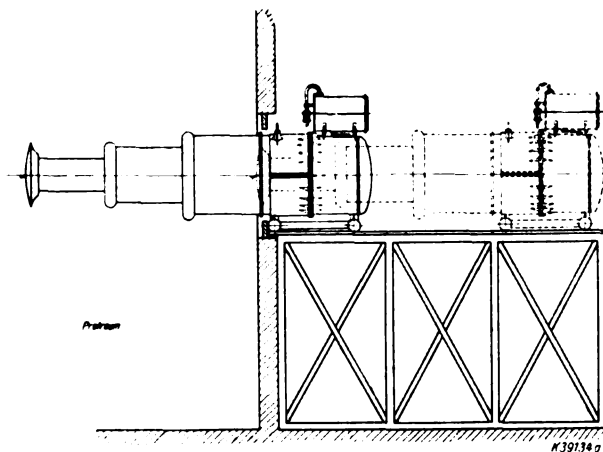


Abb. 3. Prüftransformator für 1000 kV betriebsbereit bzw. zurückgeschoben.

teil ist, als die weit in den Raum ragende waagerechte Durchführung durch die Wand zurückgeschoben werden kann. Der Transformator wird dann auf zwei Schienen gestellt und durch ein einfaches elektrisches Laufwerk bewegt (s. Abb. 3). Es kann auch zweckmäßig sein, den Transformator auf einer Art Drehscheibe in entsprechender Höhe über dem Boden schwenkbar aufzustellen, was insbesondere dann vorteilhaft wird, wenn die Drehscheibe in der Ecke des Prüfraumes angeordnet ist. Der Transformator wird bei Nichtbenutzung so gedreht, daß die Durchführung parallel zur Wand gerichtet ist. Man gewinnt hierdurch ebenfalls den vorher von der Durchführung beanspruchten Nutzraum des Prüffeldes.

Das Übersetzungsverhältnis beträgt 1000/1 000 000 V, die Kurzschlußspannung 15 %, bezogen auf eine Leistung von 500 kVA. Auch bei dieser Type ist völlige Sprungwellensicherheit gewährleistet, so daß auf Dämpfungswiderstände zwischen Prüfling und Transformator verzichtet werden kann.

Die Vorteile der geschilderten Bauart sind also folgende: Geringes Gewicht, Beweglichkeit, verminderte Anschaffungskosten und die Möglichkeit der Verwendung verhältnismäßig kleiner Maschinen.

Ein neuer Gleichstrom-Schnellschalter mit sehr kleinem Schaltverzög.

Von L. Haag VDE, Frankfurt a. M.

Die rege Nachfrage nach Gleichstrom-Schnellschaltern für kleinere und mittlere Stromstärken und Stoffersparnisgründe haben die Voigt & Haeffner AG., Frankfurt a. M., veranlaßt, die Reihe ihrer bisherigen Schnellschalter durch einen kleineren Schalter für Stromstärken bis 1000 A zu ergänzen. Bei der Entwicklung dieses Schalters, dessen Aufbauteile in der Hauptsache aus Leichtmetall und dessen sämtliche Hauptstromwicklungen aus Aluminium bestehen, war es nicht nötig, grundsätzlich neue Wege zu beschreiten. Es konnten im wesentlichen die Merkmale der bekannten V & H-Schnellschalter, d. i. der einfache Über-

strom- oder Rückstromauslöser mit dem Lamellenschloß und die zweistufige Lichtbogenlöschvorrichtung zum Abschalten stark induktiver Stromkreise, beibehalten werden. Trotzdem war es möglich, die Ausschaltzeiten des neuen Schalters gegenüber denen der bekannten Ausführungen noch weiter zu kürzen, so daß in Anlagen, in denen häufige Kurzschlüsse nicht zu vermeiden sind, die dadurch verursachten Schäden noch weiter eingeschränkt werden.

In Abb. 1 ist der neue Schnellschalter schematisch dargestellt. Der Stromschlußhebel 1 ist mittels der in dem U-förmigen Träger 2 untergebrachten Lamellenkupplung 3

621. 316. 573/. 575. 024

mit dem antreibenden Hebel 4 gekuppelt, der seinerseits durch die Schubstange 5 mit dem Griffhebel 6 verbunden und in der Ein-Stellung durch Totpunktlage abgestützt ist. Während der Einschaltbewegung und im eingeschalteten Zustande des Schalters wird von der am Hebel 4 angreifenden Haltekraft H , die sich aus dem Zuge der Ausschaltfedern 7 und dem Schaltstückdruck zusammensetzt, über den Winkelhebel 8 eine Kraft P abgezweigt, welche die ineinandergeschobenen Lamellen zusammendrückt und die Kupplung geschlossen hält. Diesem Druck P wirkt an einem etwas größeren Hebelarm die Zugkraft Z entgegen, welche sowohl vom Überstrom- oder Rückstromauslöser als auch vom Fernauslöser oder von dem Griffhebel während seiner Ausschaltbewegung herrühren kann. So-

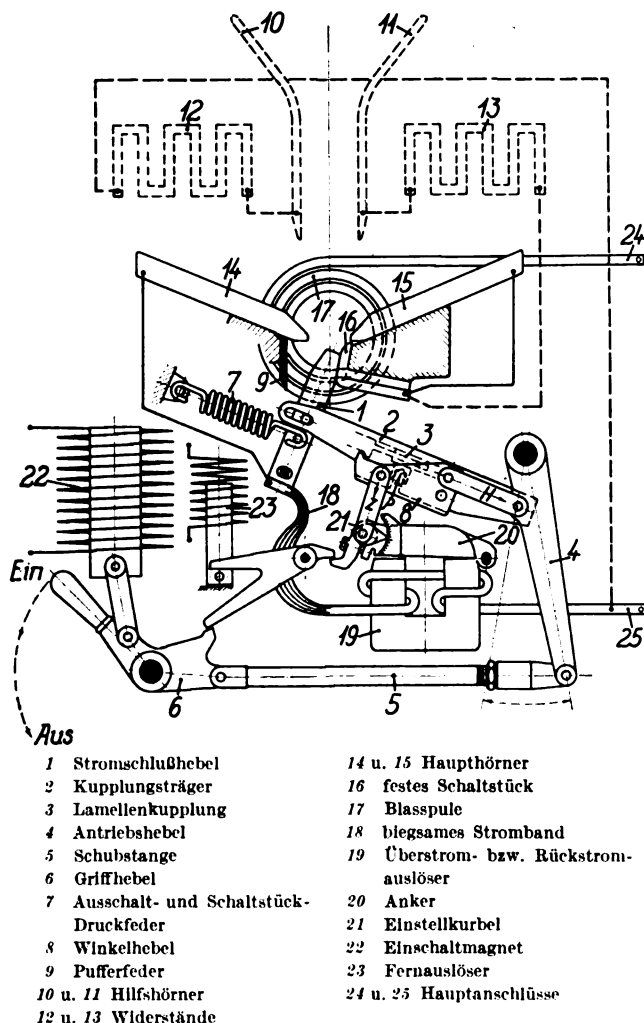


Abb. 1. Schematische Darstellung des Schnellschalters.

bald die Preßkraft P durch die mit dem Strom ansteigende Zugkraft Z genügend geschwächt ist, schnell der Schaltstückhebel mit der damit verbundenen Kupplungshälfte unter dem Einfluß der Ausschaltfeder 7 in die Aus-Stellung, wo er durch die Pufferfeder 9 aufgefangen wird. Der Antrieb fällt selbsttätig nach und kuppelt sich in seiner Endlage wieder mit dem Schaltstückhebel. Die punktiert eingezeichneten Hilfshörner 10 und 11 in Verbindung mit den Begrenzungswiderständen 12 und 13 werden nur in stark induktiven Stromkreisen

benutzt. Durch den unter der Wirkung eines kräftigen magnetischen Blasfeldes stehenden Kurzschlußlichtbogen, der sehr schnell verlöscht, wird hierbei ein durch die Widerstände 12 und 13 in seiner Stromstärke auf einen ungefährlichen Wert begrenzter zweiter Lichtbogen zwischen den Hilfshörnern 10 und 11 eingeleitet, der sich bald aus dem Blasbereich entfernt und ohne Erzeugung von Überspannungen verhältnismäßig langsam verlöscht.

Abb. 2 zeigt die beiden Kupplungshälften eines Lamellenschlusses. Diese Kupplung, in der vorbeschriebenen Weise mit dem Überstrom- oder Rückstrommagneten

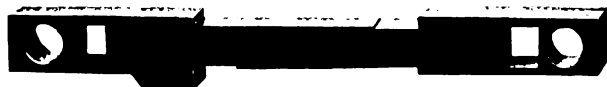
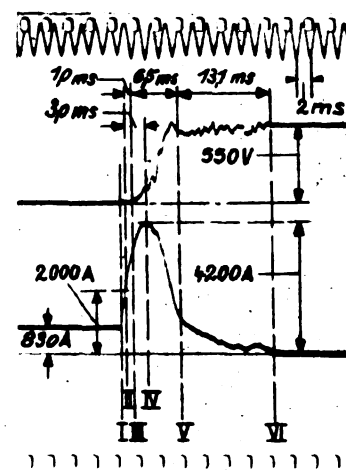


Abb. 2. Lamellenkupplung.

in Verbindung gebracht, ermöglicht einen außerordentlich kurzen Schaltverzögerung und trotzdem große Ansprechgenauigkeit. Vom Augenblick der Überschreitung der eingestellten Auslösestromstärke erfolgt beim kurzschlußartigen Stromanstieg die metallische Trennung der Schaltklötze in ungefähr 1 ms, wobei zu berücksichtigen ist, daß der Überstromauslöser nicht etwa auf die Anstiegsgeschwindigkeit des Stromes, sondern nur auf einen tatsächlich vorhandenen Überstrom anspricht. Außerdem kommt hinzu, daß der Schaltstückhebel in der Ein-Stel-



- I Kurzschlußbeginn
- II Erreichung des Einstellwertes
- III metallische Trennung der Schaltstücke
- IV Beendigung des Stromanstieges
- V Unterbrechung des Kurzschlußlichtbogens
- VI Unterbrechung des Restlichtbogens
- II—III Schaltverzögerung 1,0 ms
- III—V Dauer des Kurzschlußlichtbogens 6,5 ms
- V—VI Dauer des Restlichtbogens 13,1 ms

Abb. 3. Oszillogramm einer Kurzschlußabschaltung. Einstellung des Auslösers 2000 A, Vorbelastung 830 A.

lung einige Millimeter überdrückt ist, um etwaigen Abbrand an den Schaltklötzen auszugleichen. Zurückzuführen ist der kurze Schaltverzögerung auf den besonderen Vorteil der Lamellenkupplung, der darin besteht, daß die an der Entkupplung mitwirkenden Teile hierzu nur einen unsichtbar kleinen Weg benötigen. Im praktischen Betrieb hat sich diese Kupplung als unverwundlich erwiesen.

Abb. 3 zeigt das Oszillogramm einer Kurzschlußabschaltung bei 550 V Gleichspannung mit einer mit Hilfshörnern versehenen Lichtbogenlöschvorrichtung für zweistufige Unterbrechung. Der Schalter war mit 830 A vorbelastet. Nach Eintreten des Kurzschlusses wird der Strom schon zu Beginn seines Anstieges unterbrochen und erreicht nur einen Bruchteil des dem ohmschen Widerstand des Kreises entsprechenden Wert.

NACHRICHTEN AUS DER INDUSTRIE.

Elektromaschinenbau.

621. 313

Auch im Elektromaschinenbau gewinnt die Verwendung von Leichtmetall als Austauschwerkstoff immer größere Bedeutung, zumal das Leichtmetall besondere Vorteile bietet, die in seinem geringen Gewicht, seiner außerordentlich leichten Bearbeitbarkeit und seinen günstigen thermischen Eigenschaften begründet sind. Folgerichtig entwickelte Konstruktionen sind also keineswegs als Ersatz, sondern als technischer Fortschritt zu betrachten, da sie einen Gewinn an aktivem Material, also Eisen und Kupfer bringen. Besonders tritt dies in Erscheinung bei vollkommen geschlossenen Motoren.

Der in Abb. 1 in seinen Einzelteilen gezeigte **Leichtmetall-Drehstrommotor** stellt eine mantelgekühlte Bauart der Elektromotorenfabrik H. Loher & Söhne, Ruhstorf bei Passau dar, der bis jetzt in einer Leistung bis zu 3 kW bei 1500 U/min aus Elektron der I. G. Farbenindustrie, Bitterfeld, hergestellt wird. Alle aus Leichtmetall bestehenden Teile, also Ständergehäuse, Lagerschilder, Lüfter, Lüfterhaube, Fettkammerdeckel, Riemenscheiben usw., werden im Preßgußverfahren erzeugt, so daß die größtmögliche Festigkeit und Dichte des Werkstoffes erreicht werden. Dabei wird das Ständergehäuse auf das Blechpaket aufgespritzt, so daß im Betrieb die Wärmeabführung ausgezeichnet ist.

Ferner braucht man nun die Bohrung nicht zu bearbeiten, auch die sonstigen Bearbeitungskosten sind infolge der leichten Zerspanung und wegen der geringen erforderlichen Zugaben so gering, daß der höhere Preis des Leichtmetalls gegenüber dem des Eisens praktisch ausgeglichen wird. Die Starrheit der Bauart ist durch den doppelten Gehäusemantel, die dazwischen befindlichen Rippen sowie durch entsprechende Versteifung der Lagerschilder in ausreichendem Maße gewährleistet. Gekühlt wird der Motor nach dem Gegenstromprinzip, wobei die Innenluft durch die am Läuferkäfig angegossenen Flügel umgewälzt wird. Die Gewichtersparnisse gegenüber geschlossenen Mo-

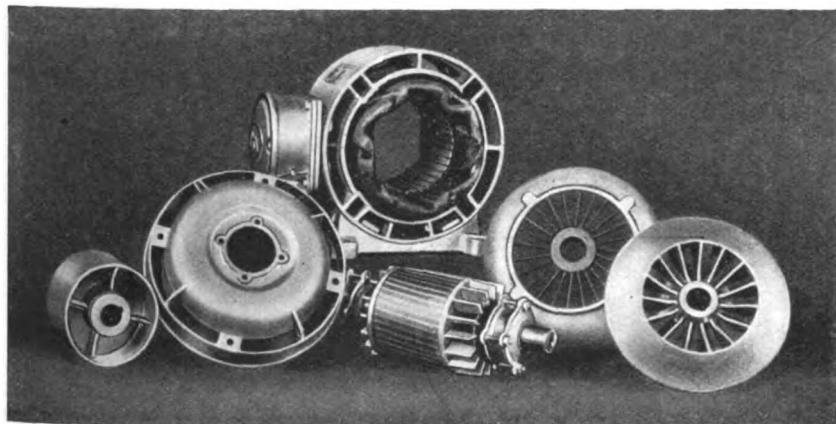


Abb. 1. Leichtmetallmotor, mantelgekühlt, 3 kW, 1500 U/min, Gewicht 31,5 kg.

toren bisheriger Bauart sind ganz bedeutend. Sie ergeben sich nicht nur durch den Austausch von Konstruktionsteilen aus Grauguß gegen solche aus Elektron an sich, sondern erstrecken sich auch auf das aktive Material, bei welchem infolge der verbesserten Wärmeabführung die Werte im Mittel 10 bis 20% niedriger liegen als bisher. Der in Abb. 1 gezeigte Elektromotor, der auch auf der letzten Magnesiumtagung in Frankfurt zu sehen war, weist bei einer Leistung von 3 kW und 1500 U/min ein Gesamtgewicht von 31,5 kg auf; dies sind 10,5 kg/kW gegenüber 15 bis 18 kg/kW in der z. Z. üblichen Bauweise. Das Gewicht des geschlossenen Motors ist somit sogar niedriger als das der meisten auf dem Markt befindlichen offenen Motoren, wobei aber Wirkungsgrad und Leistungsfaktor diesen gegenüber nicht herabgesetzt wurden. Sie betragen bei der oben erwähnten Maschine 83% bzw. 0,84. Ebenso werden die in den R. E. M. festgesetzten Grenzerwärmungen nicht überschritten.

An Motoren für Sonderzwecke zeigt u. a. B B C, Mannheim, neu entwickelte **hohepolige Rollgangsmotoren**, die vorwiegend für Hüttenwerke bestimmt sind und den unmittelbaren, getriebelosen Antrieb der Rolle ermöglichen. Die Motoren werden vollständig geschlossen mit Sonderkurzschlußläufer aus-



Abb. 2. Rollgangmotor, 180 U/min.

geführt und boten dem Konstrukteur große Schwierigkeiten durch die festliegenden geringen Durchmesser der Rollen, die Kühlungsfrage und die Forderung hohen Drehmoments bei kleinem Schwungmoment. Abb. 2 zeigt einen solchen Motor

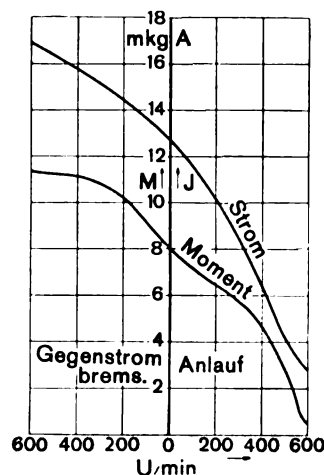


Abb. 3. Strom und Drehmoment eines Rollgangmotors für 180 U/min.

mit 180 U/min. Die von der Schalthäufigkeit abhängige Erwärmung kann man zunächst durch Vergrößerung der Motoroberfläche mit Kühlrippen, sodann durch besondere magnetische Verhältnisse und damit Verringerung der Eigenverluste, durch Verkleinerung des Schwungmomentes und durch Anwendung wärmefester Isolation der Wicklungen mit Sicherheit beherrschen. Abb. 3 zeigt die Drehmomentenkurve abhängig von der Stromaufnahme. — Die Entwicklungsarbeiten an diesen Rollgangsmotoren sind noch nicht abgeschlossen, vielmehr können im Laufe dieses Jahres weitere Verbesserungen erwartet werden, sobald die aufgegebenen Probeausführungen fertiggestellt sind. Durch reihenmäßige Herstellung stellt sich der Preis derartiger Sondermotoren gegenüber niederpolygonen Motoren nicht im gleichen Verhältnis höher, wie man es annehmen könnte, denn es ist dabei zu berücksichtigen, daß für die niederpolygonen Motoren auch keine normalen Industriemotoren verwendet werden können.

Aufbau und Bedienung vieler Werkzeugmaschinen können durch die Verwendung von **Umkehrmotoren** wesentlich vereinfacht werden, so daß bei gesteigerter Arbeitsleistung eine größere Wirtschaftlichkeit des Betriebes erreicht wird. Da normale Kurzschlußläufermotoren, die man im allgemeinen als Antrieb für Werkzeugmaschinen nimmt, für häufigeres Umsteuern nicht geeignet sind, haben die SSW vor einiger Zeit eine Sonderausführung entwickelt, die sich besonders an Drehbänken gut bewährt hat und über die auch bereits in der Fachpresse berichtet wurde¹⁾. Diese Sondermotoren haben Leistungen bis 5 kW bei 1500 U/min und sind für etwa 1000 bis 2000 Umschaltungen in der Stunde bemessen. Für noch größere Umschaltbarkeit, wie sie für eine Reihe von Werkzeugmaschinen erforderlich ist, haben die SSW nunmehr einen neuen Drehstrommotor mit Kurzschlußläufer für 0,3 kW bei 1500 U/min entwickelt. Durch besondere Ausbildung des Gehäuses, des Läufers und des Lüfters ist dieser Motor für bis zu 7000 Umschaltungen in der Stunde im Dauerbetrieb geeignet. Der Motor wurde erstmalig für eine Gewindeschneidmaschine der Fa. Hüller, Ludwigsburg, verwendet. Die Leistung dieser Werkzeugmaschine wurde damit um 50% erhöht.

Kleinmaschinen für verschiedene Zwecke zeigt die C. Lorenz AG., Berlin, z. B. **Signalmaschinen** für die Deutsche Reichsbahn mit drei Frequenzen. Die Maschinen haben Messerkontakte auf der Grundplatte und werden durch einfaches Einschleiben in das Zentralengestell angeschlossen. — Für Funkgeräte baut Lorenz **Kleinstumformer**, die bei geringstem Raumbedarf und Gewicht die Batteriespannung von 12 bis 24 V in Anodenspannung zwischen 200 und 800 V bei 10 bis 100 W Leistung umformen. — Für Kreiselanlagen wurde neuerdings eine durch ihre besonders kleinen Abmessungen auffallende Type von **Kleinstumformern** entwickelt (220 × 106 × 105 mm groß, 4 kg schwer), die beim Anschluß an 12- oder 24 V-Batterie bei 10000 U/min Drehstrom-Mittelfrequenz von 500 Hz und etwa 100 VA abgibt. — Auch **Kleinstmotoren** mit sehr hoher Drehzahlkonstanz (bis 0,1%), u. a. auch solche für zwei konstante Drehzahlen, sind ausgestellt. Ihre Leistung beträgt bei Batterieanschluß (12 bzw. 24 V) zwischen 10 und 100 W.

Die **Anlaßeinrichtung „Albo-Knorr“** (Knorr-Bremse AG., Berlin), die mit ihrer Lösung des Kurzschlußanker-Anlaßproblems und den sich hieraus ergebenden elektrizitätswirtschaftlichen Vorteilen weiter ihre Kreise zieht, hat nun auch die Umkehrsteuerung des Kurzschlußankermotors erfaßt. Wie praktisch gezeigt wird, kann man mit dem neuen Anlaßverfahren²⁾ einen Kurzschlußankermotor im vollen Laufe und bei Vollast und Überlast ohne Stromüberschreitung reversieren. — In der Ausführung für Handschaltung ist ein aus seiner Mittellage um 90° nach links und rechts schwenkbarer Schaltergriff, der dabei einen den Drehsinn vorschreibenden Polwender umlegt, mit dem bekannten selbsttätigen Schaltergerät über ein Gestänge so verbunden, daß sowohl in der Schwenkung für den Rechtslauf als auch für den Linkslauf das eigentliche Schaltergerät stets im gleichen Sinne umgelegt wird. Wird nun im vollen Laufe zum entgegengesetzten Drehsinn übergeschwenkt, dann wird hierdurch der selbsttätige Anlaßschalter ab- und gleich wieder neu eingeschaltet, wobei, wie sonst, zwangsläufig die Anlaßstufe Stern mit der Drosselspule im Sternpunkt für den neuen Drehsinn herbeigeführt wird. Ebenso wie beim Einschalten im Stillstande mit 100% Schlupf sorgt die Drossel nun beim Aufschalten mit rd. 200% Schlupf dafür, daß der Kurzschlußstrom nicht über den 1,7fachen Nennstrom hinausgeht. Inzwischen verzögert das Lastmoment im Verein mit dem in der neuen Anlaßstufe entwickelten Gegenmoment die noch im alten Drehsinne umlaufenden Massen, bis schließlich die Drehzahl so weit abgesunken ist, daß die Anlaßkupplung mit ihrer Drehmomentübertragung abfällt und ausrückt, so daß der seiner Last ledig gewordene Motor für sich allein seinem Gegenmoment folgen kann und, durch den Stillstand hindurchgehend, auch wieder in rd. 1 s seine Synchronismusnähe im entgegengesetzten Drehsinne erreicht, worauf dann auf Grund des Rückganges auf den Leerlaufstrom die überstromfreie Umschaltung auf Vollspannung geschieht.

Die Anlaßkupplung, deren Wirkungsweise für Links- und Rechtslauf dieselbe ist, und die beim Durchgang durch den Stillstand ihr neues Arbeitsspiel im entgegengesetzten Drehsinne begonnen hat, rückt auch wieder mit ihrem bemessenen, z. B. 1,7fachen Moment ihrer Anlaßbremse dann ein, nachdem der elektrische Schalter umgelegt hat. Auch wenn jetzt die Lastmasse noch im alten Sinne umläuft, so wird sie mit eben diesem

Kupplungsmoment zunächst völlig stillgesetzt, um dann nach der entgegengesetzten Richtung ohne jedes weitere Zutun überstromfrei hochgefahren zu werden. Da der Motor sich jeweils nur für kurze Augenblicke in dem für die Erwärmung seiner Wicklung kritischen Schlupfbereich von 100 bzw. 200% aufhält, so ermöglicht dieses Verfahren auch beim Reversiervorgang eine außerordentliche Anlaßhäufigkeit.

Neben der Ausführung für Handsteuerung wird das „Albo-Knorr“-Gerät auch für Fernsteuerung für Antriebe aller Art gebaut, wobei der zwangsläufig überstromfreie Anlaßvorgang vor Bedienungsfehlern, Systemfehlern, Überziehen der Schalthäufigkeit u. dergl. durch die besonderen Überwachungseinrichtungen geschützt wird, die sich bei der Eigenart des neuen Anlaßverfahrens auch auf besonders einfache Weise ergeben.

Transformatoren.

621. 314. 2

Die Hochspannungs-Gesellschaft m. b. H. Köln-Zollstock zeigt im HdE neben einem Betriebstransformator mit Klotzwicklung¹⁾ das Modell eines **Prüftransformators** mit Fischer-Wicklung, an dem die mechanische Vielfach-Gleichrichteranlage nach Fischer-Boekels²⁾ angebracht ist. Der Transformator liefert eine Wechselspannung von rd. 100 kV und dementsprechend eine Gleichspannung von 140 kV. Im allgemeinen wird das hier vorgeführte Verfahren für so kleine Spannungen nicht verwendet werden. Mit Rücksicht auf den zur Verfügung stehenden Platz wird das außerordentlich einfache Verfahren der Herstellung von hohen Gleichspannungen an einem Modell gezeigt.

Die Dominitwerke AG., Dortmund, bauen neben zahlreichen anderen Transformatorentypen (bis 350 kVA), auch **Elektroöfen-Transformatoren**, welche besonders für Silitab- und Salzbadöfen verwandt werden. Die Ofentransformatoren sind regelbar oder haben feste Übersetzungsverhältnisse, sie werden gekapselt oder als Einbautype hergestellt. Für Luftschutzzwecke sind die **Verdunkelungstransformatoren** bestimmt, mit denen die Lampenspannung etwa auf 110, 90 und 70 V stufenweise erniedrigt werden kann.

Vor allen Verdunklungsmaßnahmen hat die Spannungsherabsetzung den Vorteil, daß die Lichtinstallation nicht zu verändern ist und Lichtquellen nicht auszuwechseln sind. Durch **Verdunklungsumspanner** kann mit einem Handgriff von einer Stelle aus die Spannung herabgesetzt werden. Den Versuchen entsprechend, die von der AEG in Verbindung mit Behörden vorgenommen wurden, genügt ein Herabsetzen der Glühlampen-Brennschaltung von 220 V auf etwa 52 V, um die Lichtstärke der Glühlampen so weit zu verringern, daß sie dauernd brennen können. Das AEG-Gerät, das für Freiluftaufstellung spritzwasserdicht ausgeführt ist, enthält den Trockenumspanner, einen Umschalter sowie einen mit Skalenbeleuchtung versehenen Spannungsmesser und Sicherungsautomaten, es wird in Typen bis zu 40 kVA hergestellt. Der Umspanner ist in Sparschaltung ausgeführt und hat unterspannungsseitig Klemmen für 75, 55, 52, 49 V und überspannungsseitig Anzapfungen zur Angleichung an die Netzspannung.

Das Problem der stufenlosen Spannungsregelung ist durch den **Drehtransformator** gut gelöst, wenngleich diese Transformatoren in neuester Zeit etwas in den Hintergrund getreten sind. Der Bau von Drehtransformatoren bietet allerdings einige Schwierigkeiten, z. B. durch das schwer zu unterdrückende Geräusch.



Abb. 1. Drehtransformator zur Spannungsregelung.

Geräte, als Saalverdunkler, für Prüfzwecke u. dgl. geliefert.

¹⁾ W. Chladek, Werkzeugmaschine 40 (1936) S. 483.

²⁾ Obermoser, ETZ 57 (1936) S. 653. Vgl. a. ETZ 58 (1937) S. 245.

¹⁾ Vgl. ETZ 58 (1937) S. 216.

²⁾ ETZ 55 (1934) S. 603.

Aus dem Gebiete der Lichtregelung für Bühnen und Zuschauerräume zeigen die Siemens-Schuckertwerke neben einem Bühnen-Wechselstromregler System Bordoni zwei neuartige **Bühnen-Wechselstrom-Ringregler** für praktisch verlustlose Regelung. Die Ringregler werden für ein oder zwei Stromkreise mit ein oder zwei Regelarmen gebaut. Sie können bei 220 V mit 4400/5500 W und bei 110 V mit 2×2200 W belastet werden. Die Spannung wird durch eine Rolle abgenommen, deren elektrischer Widerstand so bemessen ist, daß sie die Überbrückung von zwei nebeneinanderliegenden Kupferwicklungen des Reglers gestattet. Die Windungszahl des Reglers wurde aus diesem Grunde zu rd. 400 gewählt. Der eine Regler wird mit Handantrieb durch ein kleines Stellwerk, der andere mit Motorantrieb gezeigt¹⁾. Bei beiden Antrieben ist es möglich, den Regler für die Zuschauerraumbeleuchtung außerhalb der Bühne oder des Bildwerferraumes von Lichtspieltheatern aufzustellen, wie es die Vorschriften verlangen, und sie vom Beleuchterstand oder vom Bildwerferraum aus zu steuern.

Leitungen und Zubehör.

621. 315

Kabel für hohe Spannung und Leistung sind auf der Messe z. B. in Gestalt von Mustern eines **128 kV-Ölkabels** der SSW vertreten. Im vergangenen Jahre haben die SSW für die Niederschlesische Bergbau-AG. ein solches Kabel geliefert; damit wurden erstmalig Ölkabel im Grubensenkgebiet verlegt, und zwar als drei Einleiterkabel mit Aluminium-Hohlleiter, 95 mm². Die Kabel erhielten auf der ganzen Strecke von 585 m Länge einen besonderen Korrosionsschutz und eine Bewehrung aus unmagnetischem Eisen (Abb. 1). Die Anlage gestattet die

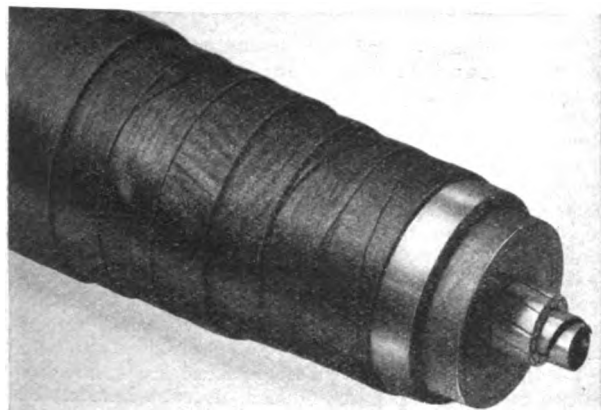


Abb. 1. 128 kV-Ölkabel.

Übertragung einer Leistung von 40 MVA und verbindet das Hochdruck-Kraftwerk der Glückhilfgrube mit einer Freileitung. Weil mit Bodensenkungen gerechnet werden muß, wurden die Kabel in Schlangenlinien in einem mit lockerem Sand gefüllten flachen Betonkanal ausgelegt, der mit Betonplatten abgedeckt ist. Durch diese Maßnahme ließ sich eine gute Dehnungs- und Stauchungsmöglichkeit erzielen. Da die Trasse zum größten Teil neben einem Rangiergleis verläuft, war es möglich, die Kabel an dieser Stelle vom Waggon aus zu verlegen. Der übrige Teil wurde über Kabelrollen ausgezogen. Am Endmast sind drei Freiluftendverschlüsse und außerdem drei Kathodenfallableiter auf einem besonderen Gerüst aufgestellt, in der Innenraumschaltanlage des Kraftwerkes enden die Kabel in drei Repelit-Endverschlüssen, die mit Ausgleichsgefäßen in Verbindung stehen. Auch die zur Überwachung der Drücke erforderlichen Kontaktmanometer wurden dort angeordnet.

Die Vereinigte Zünder- u. Kabelwerke AG., Meißen, zeigt u. a. ein **Kabel mit Sonderbewehrung** zum Schutze sehr dünner Bleimäntel. Geht man mit der Bleimantelstärke bis an die von der Herstellungsmöglichkeit bestimmte untere Grenze, so wird immer noch ein ausreichend sicherer luft- und feuchtigkeitsdichter Abschluß der Kabelseele gewährleistet sein. In diesem Falle muß man jedoch den Bleimantel von mechanischen Beanspruchungen möglichst entlasten. Die allgemein übliche Bandeisenbewehrung mit kurzer Steigung ist nicht in der Lage, Zugbeanspruchungen in Richtung der Kabelachse aufzunehmen. Ist der Bleimantel sehr dünn, be-

steht außerdem die Gefahr, daß die beinahe senkrecht zur Kabelachse verlaufenden Bandeisenkanten beim Biegen des Kabels sich in den Bleimantel eindrücken. Die Drahtbewehrung dagegen kann Zugbeanspruchungen aufnehmen und gefährdet den Bleimantel beim Biegen nicht. Diese Bewehrung wäre daher der gegebene Schutz für dünne Bleimäntel, wenn dabei der Eisenaufwand nicht in allen Fällen größer wäre als bei der entsprechenden Bandeisenbewehrung. Die gezeigte Sonderbewehrung (D. R. P. angem.) besteht aus längs verseiltem Band-



- a b c
- a Bewehrung freigelegt
b Kabel mit alter Bewehrung
c " " neuer " } nach Biegeprobe

Abb. 2. Kabel mit dünnem Bleimantel und längsverseilter Bandeisenbewehrung.

eisen, das sich in 2 Lagen dachziegelförmig überdeckt; der Eisenverbrauch ist hier der gleiche wie bei der bisher üblichen Bandeisenbewehrung, doch kommen die mechanischen Eigenschaften dieser Bewehrung denen der Drahtbewehrung sehr nahe: die Bewehrung kann Zugbeanspruchungen aufnehmen und schützt den Bleimantel beim Biegen. Abb. 2. zeigt unter a eine solche Bewehrung; b und c zeigen dasselbe Kabel nach einer für beide gleichen Biegebeanspruchung (etwa gemäß VDE 0260 U, § 9c): b hatte die übliche Bandeisenbewehrung (der Bleimantel ist eingedrückt!), c hatte die Sonderbewehrung (der Bleimantel ist verhältnismäßig glatt!).

Ein neues Röhrenkabelsystem, das **Porzellankabel**¹⁾, wurde von der Rosenthal-Isolatoren-G. m. b. H., Selb, entwickelt. Die Aluminiumleiterseile werden dabei blank in einer Porzellanisolierrohrleitung geführt, die gleichzeitig die Isolation und die Ummantelung des Kabels darstellt. Sie besteht aus einzelnen Hartporzellanrohren von 1,5 bis 2 m Länge, die durch geeignete Muffenverbindungen vollkommen feuchtigkeitsdicht und zugleich biegsam aneinander gefügt sind. Die günstigen Wärmeeigenschaften des Porzellans gestatten, das Porzellankabel mit höheren Strömen zu belasten als entsprechende Bleikabel. Die Empfindlichkeit gegen Überlastungen ist sehr gering. Eine Reihe von Porzellankabelanlagen sind bereits mit bestem Erfolg verlegt und in Betrieb genommen worden.

Die Entwicklung der Kabelendverschlüsse hat seit längerer Zeit für gewisse Anwendungsgebiete zu recht kleinen Bauformen geführt. Der Vorteil dieser Klein- und Zwergendverschlüsse liegt hauptsächlich in ihrer leichten Verwendbarkeit auch bei beschränkten Platzverhältnissen. Der **druckfeste Zwergendverschluß** der Rheinischen Draht- und Kabelwerke G. m. b. H., Köln-Riehl, (Brown-Boveri-Gruppe) für Einleiterkabel und Gürtelkabel (2 bis 4 Leiter) bis 20 kV hat bei Verwendung bereits bewährter Einzelteile als wesentlichsten Teil das Aufteilungsgehäuse für die Kabeladern, das zur Erreichung einer möglichst hohen elektrischen Festigkeit aus Porzellan hergestellt ist (Abb. 3). Der Fuß dieses Porzellankörpers wird unter Zwischenlage eines Polsters und eines Preßringes von einem Befestigungsring umfaßt, der so ausgebildet ist, daß er gleichzeitig als Träger- und Befesti-

¹⁾ Abbildung in ETZ 58 (1937) S. 1242.¹⁾ H. Ziegler, Rosenthal-Mitt. (1937) H. 22; ETZ 59 (1938) H. 3, S. 72.

gungselement für den gesamten Endverschluß dient. Der Preßring hat den Zweck, eine sonst mögliche axiale Verschiebung des Porzellanteiles in seiner Befestigungsstelle zu verhindern. Eine Einführungsbüchse mit entsprechend ausgebildetem Flansch ist unter Zwischenlegung einer Dichtung mit vier gesicherten Sechskantschrauben gegen den Befestigungsring geschraubt. Der Bleimantel wird durch einen Lötwulst zwischen der Einführungsbüchse und dem Bleimantel abgeschlossen. Die Lage und Anbringungsart dieser Fußdichtung gewährleistet, wie die Betriebserfahrungen damit an anderen Endverschlußarten gezeigt haben, die vollkommene Drucksicherheit an dieser Stelle. Um auch die einzelnen Kabeladern bei allen betriebsmäßig auftretenden Drücken mit Sicherheit dicht zu halten, sind die Adern bis weit in das Porzellangehäuse hinein mit mehreren Lagen eines aus heimischen Erzeugnissen hergestellten, für den genannten Zweck besonders geeigneten Bandes bewickelt. Die Austrittsstelle der Kabeladern aus dem Porzellankörper wird dadurch gedichtet, daß zwischen zwei der Sektorform des Leiters angepaßten Einlegescheiben vorgeformte Dichtungen aus ölfestem Gummi durch

Stopfbuchsverschraubungen fest gegen die abgedichteten Kabeladern gepreßt werden. Der druckdichte Abschluß zwischen Kabelader und Kabelschuh wird durch Bewicklungen mit dem vorerwähnten Spezialband und Auflegung einer Kordelbandage erzielt. Zum Füllen des Endverschlußgehäuses mit der in geringer Menge benötigten Füllmasse dient ein im Gehäuseoberteil angebrachter Füllstopfen. An dem neuen, nur für Innenräume verwendbaren Endverschluß sind trotz der kleinen Abmessungen die elektrische Güte und die Dichtigkeit gegenüber Masseaustritt bei den im Betrieb möglichen, nicht unbeträchtlichen inneren Drücken unbedingt gewährleistet.

Abb. 3. Druckfester Zwergendverschluß für Innenräume.

Nachdem bei den Inland-Kappenisolatoren der Größen K 1 bis K 4 die Klöppel, bei den Inland-Vollkernisolatoren der Größen VK 1 bis VK 4 die Kappen nur noch bleilos befestigt werden dürfen³⁾, stellt die Hescho die erstgenannten Isolatoren wiederum als gekittete Kugelpf-Isolatoren her. Bei diesen

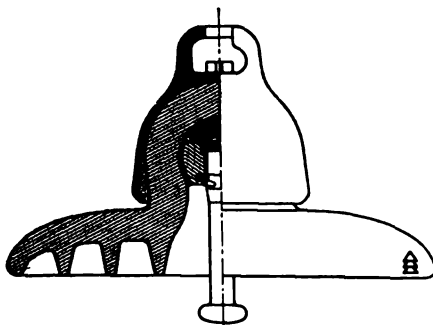


Abb. 4. Gekitteter Kugelpf-Isolator.

bereits 1914 entwickelten und nach dem Kriege in großem Umfange in in- und ausländische Anlagen eingebauten Isolatoren³⁾ (Abb. 4) wird der Leitungszug auf den Isolierkörper durch eine Porzellan-Kugelkopf-Verbindung übertragen. Kugelpf-Isolatoren dieses Aufbaues haben sich ausgezeichnet bewährt. So haben z. B. auf verschiedenen Leitungen durchgeführte Nachprüfungen⁴⁾ von rd. 66 000 gekitteten Kugelpf-Isolatoren aus den Lieferjahren 1922/23 jährliche Ausfallziffern von nur 0 bis

0,58% ergeben. Es ist daher erklärlich, daß die Hescho auf diese Bauart zurückgegriffen hat, zumal heute für die betriebliche Bewährung eines Isolators nicht eine hohe kurzzeitige Bruchlast, sondern seine Dauerlast als ausschlaggebend angesehen wird und die Bruch- und Prüflastwerte von gekitteten Kettenisolatoren dementsprechend festgesetzt worden sind.

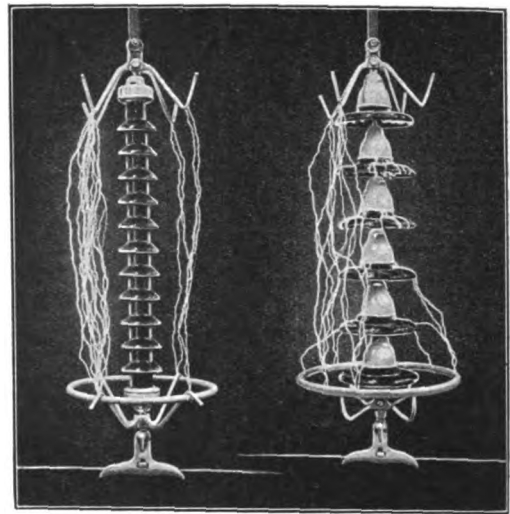


Abb. 5. Langstab-Isolator (a) und Kappenisolator (b) beim Überschlag.

Die fertigungs- und brenntechnischen Fortschritte der Elektroporzellan-Industrie haben es der Hescho ermöglicht, eine neue Bauart von Hochspannungsisolatoren, sog. **Langstab-Isolatoren**, herzustellen. Diese Isolatoren (Abb. 5a) bestehen aus vollwandigen, praktisch durchschlagsicheren Porzellanstäben mit beiderseits aufgeklebten Kappen. Zur Erhöhung ihrer Überschlagnspannung sind sie mit kräftigen Schirmen ausgerüstet, während die Einspannenden der Stäbe so bemessen sind, daß sie die gleichen Zerreißfestigkeiten wie die Vollkernisolatoren der Größen VK 2, VK 4 U und VK 5 aufweisen. Andererseits sind ihre Baulängen so abgestuft, daß die Stoßüberschlagnspannungen der Langstab-Isolatoren zwischen den Schutzarmaturen mit den Werten übereinstimmen, die gleichartig armierte Ketten aus Kappen- oder Vollkernisolatoren für Betriebsspannungen von 50 bis 120 kV besitzen. Dementsprechend liegen, insbesondere bei den größeren Typen, die Mindest-Regenüberschlagnspannungen der Langstab-Isolatoren noch über den durch die „scharfere VDE-Formel“ geforderten Werten. Da für die vorgenannten Betriebsspannungen somit jeweils ein einziger Langstab-Isolator ausreicht, verläuft auch, Abb. 5a, ein im Betrieb auftretender Überschlag unabhängig von der Höhe der Überschlagnspannung stets frei durch die Luft. Bei Vollkern- oder Kappenisolatoren besteht dagegen wegen der im elektrischen Feld befindlichen eisernen Kappen und Klöppel die Gefahr, daß der den Überschlag einleitende Stoßfunke in die Kette hineinschlägt (Abb. 5b) und daher der Überschlag-Lichtbogen kaskadenförmig verläuft⁵⁾. Mit dem Einbau von Langstab-Isolatoren sind als weitere Vorzüge eine erhebliche Gewichtsersparnis und eine sehr beträchtliche Eisenersparnis verbunden. Bei der VDE-mäßigen Isolation einer 100 kV-Leitung (Mindest-Regenüberschlagnspannung 264 kV) ergibt sich z. B. bei Einbau von Langstab-Isolatoren gegenüber gekitteten Kappen- oder Vollkernisolatoren das aus der nachstehenden Zahlentafel ersichtliche Bild. Hieraus geht u. a. hervor, daß der Eisenaufwand für die Armaturen der Langstab-Isolatoren nur halb so groß wie bei den beiden letztgenannten Bauarten ist.

Isolator- Type	Gliedzahl der Kette	Mindest- Regen- über- schlagsp. kV (eff.)	Mindest- Bruchlast kg	Bau- länge ^{*)} mm	Gewicht d. Kette ^{**)} kg	Gewicht der Kappen u. Klöppel kg
Schirm- stab	1	300	6200	1200	25	6
K 3 U	7	295	6000	1190	41	13
VK 3 U	3	295	5400	1200	45	13
VK 3 ZU	1					
VK 4 U	3	270	6200	1080	42	11

^{*)} 3 mm/min unter 45°, $\lambda = 100 \mu\text{S cm}^{-1}$
^{**)} ohne Aufhängeöse u. Seilklemme

⁵⁾ Hescho-Mitt. (1936) S. 2433 u. 2440.

³⁾ ETZ 58 (1937) S. 995.

⁴⁾ ETZ 42 (1921) S. 1323.

⁵⁾ F. Obenaus, Hescho-Mitt. (1937) S. 2484.

Um **Großisolatoren** (Stützer) in Hohlraumform in ihrem Innern entladungsfrei zu halten, ist von dem Hochspannungswerk Hohenbrunn der Steatit-Magnesia A.G. neuerdings das Verfahren angewandt worden, den durch keramische Böden abgeschlossenen Innenraum mit einer Trockengasfüllung zu versehen und den Isolator nach Einfüllung des Gases luftdicht abzuschmelzen. Hierbei kann, was die Formgebung betrifft, eine an sich bekannte Anordnung benutzt werden, wie sie in Abb. 6 veranschaulicht ist. Durch mehrfaches Entlüften und Durchspülen mit getrocknetem Stickstoff wird die Luft durch diesen ersetzt. Die in Gestalt eines vorstehenden Röhrchens ausgebildete Öffnung kann alsdann unter rein örtlicher Erhitzung an seiner Spitze durch Einschmelzen eines Glas-kügelchens oder durch unmittelbare Erweichung des Porzellans hermetisch verschlossen werden. Ein sehr einfacher Kunstgriff besteht darin, den Isolator sofort nach dem Ausbringen aus dem Ofen in noch handwärmem Zustand in der geschilderten Weise zu behandeln oder zumindest vorläufig zu verschließen, um die Wandung des Isolators frei von Feuchtigkeitshäuten zu halten. Durch Anwendung einer Hilfseinrichtung am Verschlussröhrchen ist es auch möglich, den Innenraum des Isolators unter erhöhten Druck von beispielsweise 1,2 bis 1,5 at zu setzen. Nach diesem Abschmelzverfahren lassen sich Stützer sämtlicher Größen herstellen.

Auch können beliebig viele Zwischenböden eingesetzt werden. Weiter sind hohle Freileitungs-Isolatoren, wie Motor-Isolatoren sehr großer Abmessungen, die nicht mehr massiv herstellbar sind, auf diese Weise betriebszuverlässig abzudichten.

Die Porzellan-Industrie-A.G. Berghaus, Aumai-Thür., bringt als Neukonstruktion einen **Niederspannungsisolator** auf den Markt, bei welchem die bisher übliche Eisenstütze durch keramische Werkstoffe (Porzellan usw.) ersetzt ist. Die Neukonstruktion ist den normalisierten N-Typen in den Größen N. 80 und N. 95 (DIN VDE 8011) angepaßt und kann für die gleichen Zwecke wie diese genormten Isolatoren verwendet werden. Isolatorkopf und -stütze bestehen aus einem Stück; befestigt wird der Isolator mit zwei Schlüssel-schrauben (Abb. 7). Die mechanische Bruchfestigkeit des neuen Isolators beträgt für Zug nach unten und nach den Seiten über 400 kg. Der Isolationswert ist natürlich wesentlich höher als bei den bisher üblichen Isolatoren. Mit der Verwendung des neuen Isolators lassen sich erhebliche Eisenmengen sparen.

Für den sicheren Betrieb der Freileitungen spielen auch die Verbinder eine recht maßgebliche Rolle. Gut bewährt hat sich der rasch und ohne Sonderwerkzeug zu montierende **Rohrverbinder** von Karl Pfisterer, Stuttgart-Untertürkheim (Abb. 8). Bei dem Rohrverbinder wird das Seilende mittels eines federnden Konusses und einer konischen Hülse in dem rohrförmig massiven Verbindungsstück durch Anziehen der Schrauben so festgepreßt, daß schon bei der Montage eine kontaktinnige und zugfeste Verbindung hergestellt ist, und es hat auf die Güte und den Betriebsdauerzustand des Rohrverbinders keinen Einfluß, ob die Verbindungsstelle unter Zug steht oder ohne jede Zugbelastung als Stromschlaufe Verwendung findet. Für Aluminium-, Kupfer-, Aldrey- und Stahlseile ist der Verbinder in seiner Konstruktion gleich, jedoch sind die Bauteile jeweils aus dem Werkstoff des zu verbindenden Seiles. Durch den leicht federnden Al-Konus aus einer korrosions-

sicheren vergüteten Al-Legierung wird das Al-Seil ohne Beschädigung auf seinem ganzen Umfang so festgepreßt, daß eine Veränderung in den Kontaktverhältnissen im Dauerbetrieb nicht mehr auftreten kann. Die mechanische Festigkeit wird schon bei der Montage erreicht und nicht erst durch den Zug oder das Spannen der Leitung. Bei Verbindern für Stahl-

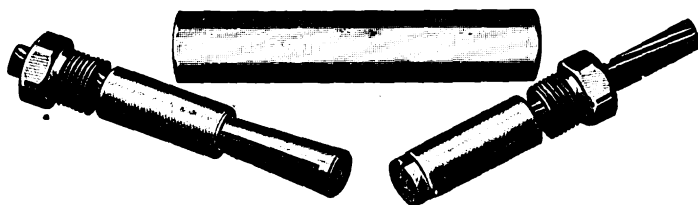


Abb. 8. Rohrverbinder für Aluminiumseil vor dem Zusammenbau.

Aluminium-Seil wird die Stahlseele durch einen Stahlverbinder mit Stahlkonen geklemmt und der darum befindliche Al-Mantel mit einem über dem Stahlverbinder sitzenden Al-Rohrverbinder gekuppelt, so daß den Festigkeiten der verschiedenen Werkstoffe Rechnung getragen wird. Die einwandfreie elektrische Beschaffenheit des Rohrverbinders, z. B. für 95 mm² Al-Seil, ist auch durch scharfe Belastungsversuche belegt. Nach je 120 halbstündigen Belastungszyklen mit 250, 300 und 350 A wurde der Spannungsabfall an der Klemme sowie am Seil 10 cm links und rechts von der Klemme mit Gleichstrom 15 A gemessen, wobei die Meßlänge der Klemme 15,2 cm, die des Seiles jedoch nur 10 cm betrug. Vor den Versuchen hatte sich dabei ein Wert von 0,47 mV für das Seil und 0,55 mV für die Klemme ergeben; nach den rd. 300 Belastungszyklen waren die Werte: Seil 0,45 mV, Klemme 0,55 mV. Die Klemme hat also die hohe Beanspruchung ohne Verschlechterung überstanden.

Für den Schaltanlagenbau zeigt Karl Pfisterer **Aluminium-Zentralklemmen** zur Herstellung von Flachanschlüssen sowie zur Verbindung von Rund-Sammelschienen. Die Klemmen sind geschlossen gebaut mit federnd geschlitztem Aluminiumkonus und Überwurfmutter. Sie bestehen für Verbindung von Al-Leitern nur aus Reinaluminium ohne jeden anderen Werkstoff; bei Aluminium/Kupfer-Klemmen ist die Kontaktstelle durch eine besondere Isolation gegen Korrosion geschützt.

Die von der Lackfabrik Hermann Frenkel, Leipzig-Mölkau, hergestellten **Drahtemaille-Lacke** beruhen nicht nur auf deutschen Rohstoffen, sondern bieten auch dem Elektromaschinenbauer den entscheidend wichtigen Vorzug, daß die Lackschicht der Drähte von erhitztem Öl-Isolierlack (80 bis 100° C) in keiner Weise angegriffen wird; bekanntlich werden die fertigen Wicklungen nachträglich mit Öl-Isolierlacken imprägniert. Hinsichtlich des elektrischen Durchschlagswertes, Fehlerzahl in der Lackschicht, Elastizität, Alterungsbeständigkeit, Knickfestigkeit usw. entsprechen diese Drähte den im Elektromaschinenbau üblichen Anforderungen.

Hochspannungsschalter und Zubehör.

621. 316. 54. 027. 3

Die Hochspannungsapparatebau-Gesellschaft „Habege“, Dresden-N. 23, bringt einen **ölarmen Hochleistungsschalter** nach Abb. 1 mit einer Reihe von Neuerungen heraus. Keramische Bauteile sind an dem Schalter nicht verwendet. Die Löschkammer und die Schaltstiftführung werden durch formgepreßte Bandagen aus tropen- und bruchsickestem Isolierstoff am Grundgestell befestigt. Der Schwenkhebel, der die Bewegung des Schaltstiftes ausführt, besteht aus dem gleichen profilgepreßten Isolierstoff. Die Löschkammer arbeitet nach einem Ölströmungs-Düsenprinzip (DRP. angem.). Die feststehenden Kontakte sind von einem metallischen Kelch umgeben, der als Leitbahn für das Öl und zur Aufnahme des sonst an den Kontakten haftenden Lichtbogens dient. Der Schaltstift ist von einer Anzahl konzentrisch angeordneten Düsen umgeben. Die Zuführung frischen Öles setzt sofort bei auftretendem Lichtbogen noch vor Austritt des Schaltstiftes aus der eigentlichen Löschkammer ein. An der Stelle, wo der Schaltstift aus der Löschkammer tritt, ist eine Ölfangvorrichtung (DRP. angem.) angebracht, die nur während des Ausschaltvorganges die Lufttrennstrecke abschließt. Hierdurch wird ganz zuverlässig ein Verspritzen von Öl verhindert. Die Ausführung ist so gewählt, daß ein Arbeitsverlust durch Reibung zwischen Schaltstift und Ölfangvorrichtung nicht auftritt.

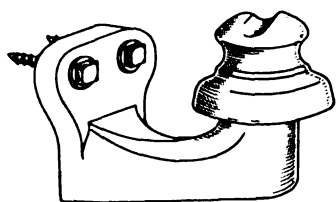


Abb. 7. Niederspannungsisolator mit keramischer Stütze.

Die Überstromzeitauslöser werden an den Löschkammern unten angebaut. In ausgeschalteter Stellung des Schalters können sie gefahrlos eingestellt werden. Phasentrennwände erhöhen die Isolationssicherheit von Phase zu Phase. Die Schalter

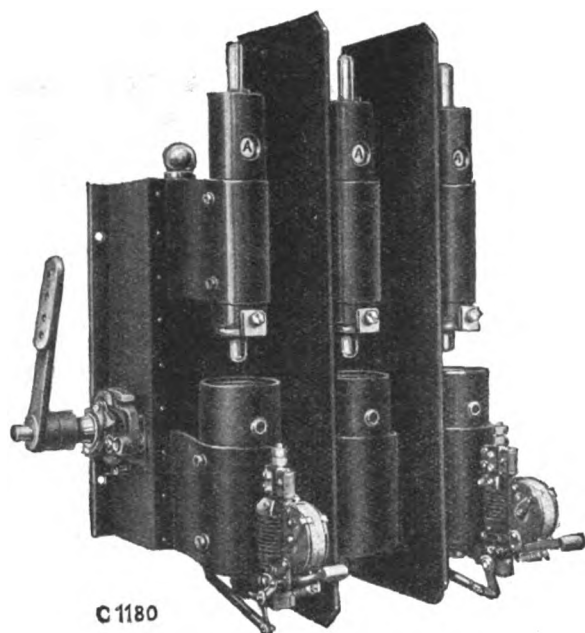


Abb. 1. Ölarmierter Hochleistungsschalter.

werden von Reihe 10 bis Reihe 30 typenmäßig bis 300 MVA hergestellt für Antrieb durch Gestänge oder ferngesteuert. In der äußeren Form gliedern sich die Schalter organisch der Bauweise der Schaltzellen ein.

Das Sachsenwerk, Niedersiedlitz-Sachsen, zeigt einen **Schubtrennschalter** Reihe 10, 6000 A. Nennstrom (Abb. 2). Bei dieser Konstruktion sind die Schaltmesser einer Phase unterteilt

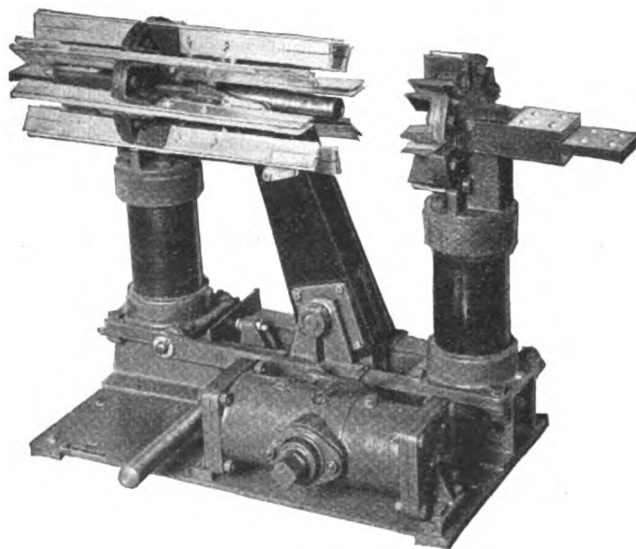


Abb. 2. Schubtrennschalter Reihe 10, 6000 A, mit im Kreis angeordneten Trennmessern.

im Kreis angeordnet. Damit wird die günstigste Stromverteilung erzielt. Die Trennschalter-Kontaktköpfe sind segmentartig unterteilt. Der Strom gelangt auf kürzestem Wege durch jedes Segment auf die anliegenden Schaltmesser. Infolge der geringen Stromverdrängung ist der Widerstand und damit auch der Verlust durch Wärme sehr klein. Die Wärmeabfuhr wird durch die radiale Stellung der als Kühlrippen wirkenden Schaltmesser sehr günstig. Gleichzeitig kann die Konstruktion gedrängt sein, so daß ein Minimum an Platz notwendig wird. Im übrigen ist das vom Sachsenwerk angewendete Schubtrennschalterprinzip beibehalten. Der Antrieb kann elektrisch oder mittels Preßluft sowie von Hand betätigt werden. Die drei Phasen werden mittels Hülsenkupplung oder Kardangelenken gekuppelt.

Der vom Sachsenwerk bisher auf den Markt gebrachte Lastschubschalter A 5 ist als **Leistungstrennschalter** vervollständigt worden. Zu diesem Zweck wurde die freie Trennstrecke in Luft der Reihenschlagweite entsprechend bemessen. Durch Anbau von Sicherungen und Auslösemagneten in Verbindung mit Gefahrmeldern läßt sich der Schalter besonders vorteilhaft in mittleren Transformatorenstationen verwenden.

Die Firma E. Neumann, Hochspannungs-Apparate, G. m. b. H., Berlin, ist dabei, ihre Konstruktionen weitgehend gemäß den Erfordernissen des Vierjahresplanes zu entwickeln. Als abgeschlossen gilt der **SUKLAM-Stahltrennschalter** Type SS (Abb. 3), bei dem das Trennmesser aus Stahlblech gepreßt und die Kontakte aus Stahlguß gefertigt sind. Die kupferplattierten Kontaktflächen verhindern die Bildung von Übergangs-

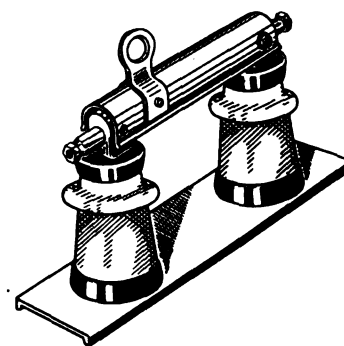


Abb. 3. Stahltrennschalter.

widerständen an den Kontaktflächen durch Korrosion. Gegen Rostbildung ist der Schalter durch Oberflächenbehandlung wirksam geschützt. Stabilität und gute elektrische Eigenschaften lassen dieses Schaltgerät nicht als Ersatz, sondern als neues Muster-Serienerzeugnis gelten, bei dem devisenfordernde Rohstoffe nur in nicht nennenswertem Maße verwendet werden.

Die ölarmen **Leistungs-Trennschalter** mit verlängertem Schaltweg und vorschriftsmäßiger Trennstrecke sind um die Type SOT 20 mit einer Schaltleistung von etwa 6 MVA ver-

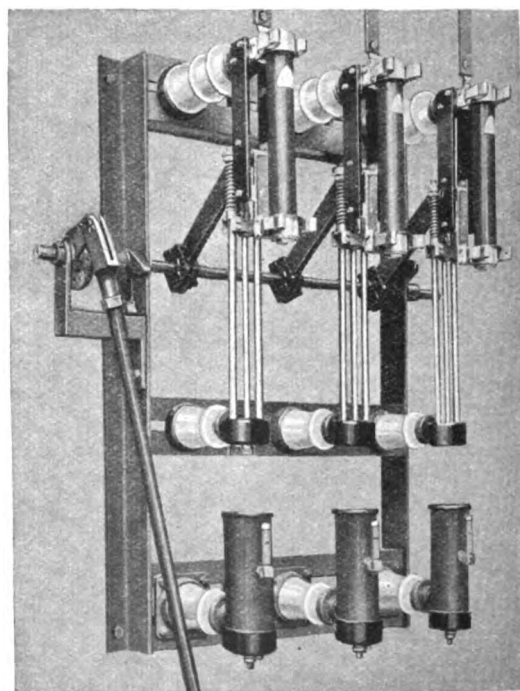


Abb. 4. Leistungstrennschalter mit Sicherungen.

mehrt worden. Die Leistungs-Trennschalter können auch in Netzen mit höheren Kurzschlußleistungen verwendet werden, wenn die Schaltgeräte mit Hochleistungssicherungen ausgerüstet werden, welche im Kurzschlußfalle die Abschaltung übernehmen (Abb. 4). Die neuen Hochleistungssicherungen der Firma sind mit Kraftspeichern versehen, welche beim Durchschmelzen einer Patrone mechanisch über das Auslösegestänge auf die Freiauslösung des Schaltgerätes wirken und dieses dreipolig abschalten.

E. Neumann zeigt ferner einen mit Blendkammern versehenen Hochleistungs-Rundkessel-Ölschalter von etwa 350 MVA Abschaltleistung. Diese

Blendkammern (Abb. 5) lassen sich ohne weiteres in Ölschalter jeden Fabrikates nachträglich mit geringem Kostenaufwand einbauen und ermöglichen es, veraltete Schalter den gesteigerten Anforderungen wieder anzupassen.

Beim Sachsenwerk sehen wir an einem Strömungsschalter Reihe 10, 1000 A, 400 MVA einen **Motorantrieb**, der ohne Zwischenschütze, Bremsbänder, Endanschläge und ähnliche Fehlerquellen arbeitet. Der Motor kann nach jeder Richtung frei auslaufen und ist mit dem Schalter bis zu dessen Endstellung kraftschlüssig verbunden. Eine sinnreiche Einrichtung läßt den Schalter durch Entklinken der Freiauslösung zurückfallen, wenn die Betätigungsspannung aus irgendeinem Grund während des Schaltvorganges ausbleibt. Als Steuerglied für diesen Antrieb dient ein verbesserter Steuerquittungsschalter in gedrungener Form, dessen Kontaktaufbau leicht geprüft und erweitert werden kann.

Stahlgekapselte Hochspannungsanlagen baut u. a. die Habage unter Verwendung des auf S. 235 beschriebenen ölarmen Leistungsschalters, der über Steckkontakte an die Sammelschienen angeschlossen wird. Auch das Sachsenwerk hat einen stahlgekapselten **Schaltschrank** ausgestellt, der zu einer vollständigen Schaltanlage mit Doppelsammelschienen gehört. Die Umschaltung von einem System auf das andere erfolgt durch einen Zweifach-Schubtrennschalter, dessen Betriebsstellungen gegenseitig so verriegelt sind, daß keine Fehlschaltungen möglich sind. Neben dem ausfahrbaren Leistungsschalter sind alle Wandler und Instrumente eingebaut, die für den Betrieb eines Hochspannungsanschlusses nötig sind. Die Trennschalter sind durch Einschlagkontakte ersetzt.

Die Siemens-Schuckertwerke haben einen neuen **Drucklufterzeuger** für den Antrieb elektrischer Schaltgeräte

geschaffen, der anschlussfertig geliefert wird und daher eine erheblich kürzere Montagezeit an Ort und Stelle erfordert. Der Druckluftbehälter ist Träger aller Einzelteile der Anlage, jedoch wurde durch besondere Maßnahmen die gefürchtete Verstärkung der beim Arbeiten des Luftverdichters entstehenden Geräusche völlig vermieden. Der Zusammenbau der Geräte auf dem Kessel (Abb. 6) ergibt eine gefällige, äußere Form sowie recht geringe Abmessungen. Alle Teile, wie Luftverdichter mit Motor, selbsttätige Öl- und Wasserabscheider, Motorschutzschalter, Manometer, Kühlschlange, Druckregelschalter, Handräder der Ventile usw. sind auch während des Betriebes nach Abnehmen einer Schutzkappe leicht zugänglich. Der Luftverdichter läuft ohne Gegen- und daher vollkommen stoßfrei an. Zum selbsttätigen Ein- und Ausschalten des Verdichters in den festgelegten Druckgrenzen dient ein Druckregelschalter. Durch ein Rückschlagventil ist das Rückwärtsarbeiten vom

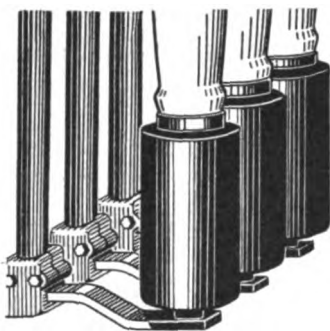


Abb. 5. Blendkammern für nachträglichen Einbau in veraltete Ölschalter.

gefüllten Druckluftbehälter aus verhindert. Gegen unzulässige Drucksteigerungen schützt ein Sicherheitsventil. Kontaktmanometer melden unzulässig hohen oder niedrigen Druck.

Schalter und Geräte für Niederspannung.

621. 316. 5/. 9. 027. 2

Die Bestrebungen der Schaltgeräte-Techniker, vorwiegend **Isolierstoffkapselung** zu verwenden, sind schon verhältnismäßig alt. Ihre Durchführung war lange erschwert, weil die erforderlichen Stoffe nicht in der notwendigen Güte zur Verfügung standen. Die Entwicklung der letzten Jahre ist wesentlich dadurch gekennzeichnet, daß man von der leichten Isolierstoff-

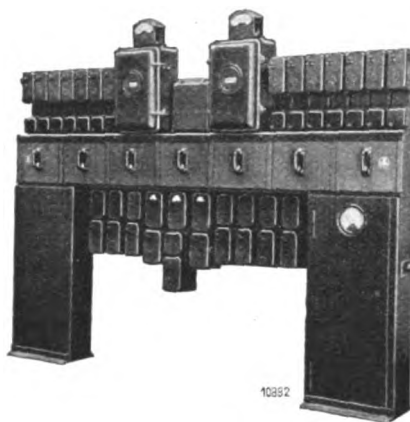


Abb. 1. Verteilungsanlage mit stahlgekapselten Sammelschienen und Stahlstützen, die übrigen Geräte in Isolierstoffkapselung.

kapselung weg zu einer außerordentlich widerstandsfähigen Kapselung überging, die auch bezgl. der Festigkeit den Wettbewerb mit stahl- und gußgekapselten Konstruktionen erfolgreich aufnehmen kann. Die Wege zur Erreichung dieses Zieles liegen in der Verwendung fester Ausgangsstoffe, d. h. vor allen Dingen von Stoffen der Klassen T und Z mit Textil- oder Zellulosefasern. Diese Stoffe sind nicht spröde. Wenn wirklich die mechanische Beanspruchung eines solchen Gehäuses das zulässige Maß überschreitet, dann brechen nicht einzelne Stücke heraus, sondern das Ganze wird wie bei einer Stahlblechkon-

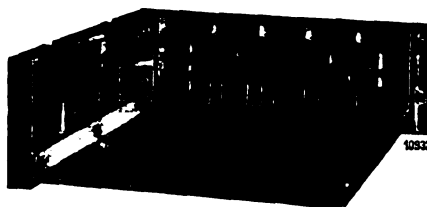


Abb. 2. Sicherungsverteilungskasten nach dem Baukastenprinzip.

struktion zusammengedrückt, es kann also keine Spannung nach außen übertreten. Die Verfestigung wird aber außer durch den Stoff noch durch entsprechende Formgebung (Rippen, Doppelwände) erzielt. Auch hat man versucht, skelettartige Einlagen in dem Kunstharz anzubringen. Wärmebeständige Kapselung wird durch einige Sonderstoffe mit anorganischen Füllmitteln ermöglicht. Unausgesetzt erscheinen neue Konstruktionen in dieser Richtung. Einzelne Firmen liefern bestimmte Modelle schon gar nicht mehr in Metallkapselung. Auch hat es sich als durchaus möglich erwiesen, isolierstoffgekapselte Geräte beispielsweise mit metallenen Sammelschienenkästen in Verbindung zu bringen, wofür Abb. 1 ein Beispiel zeigt, eine von F. Klöckner K.-G., Köln-Bayenthal, gebaute Verteilungsanlage. Die gleiche Firma zeigt als Neuheiten Verteilungskästen für Sicherungen und dergleichen für höhere Stromstärken. Da es sich hierbei um verhältnismäßig umfangreiche Gehäuse handelt, ist ein Baukastensystem entwickelt worden. Der Boden besteht noch aus Stahl, der beiderseits durch Hartpapier oder Hartgewebe abgedeckt werden kann, so daß auch hier jede Gefahr des Spannungsübertrittes vermieden wird (Abb. 2). Außerdem sind erwähnenswert eine große Anzahl von neuen Kleingeräten, z. B. Steckvorrichtungen, Kraftdruckknopfschalter und Kleinschützenschalter.

Die Gemischtbauweise der gekapselten Anlagen zeigt auch die Firma Metzner & Jung, Wuppertal-Elberfeld, in zwei Schaltbatterien für Fernsteuerung durch Luft- bzw. Ölschütze. Die eingehende konstruktive Bearbeitung der gekapselten Verteilungsanlagen bei der Firma ergab, daß durch geschickte

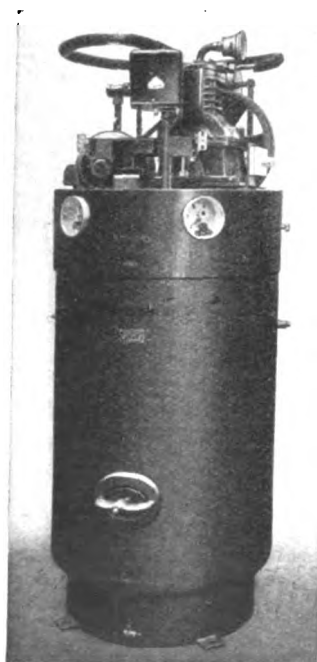


Abb. 6. Drucklufterzeuger für Schalterantrieb.

Anordnung der Sammelschienen und Sicherungen sowie Zusammenfassung mehrerer Schalter in ein gemeinsames Gehäuse bei gleicher Übersichtlichkeit und Betriebssicherheit ganz wesentliche Ersparnisse an Eisen und Leitungswerkstoff zu erzielen sind. Die Sicherungen sind unmittelbar über den Sammelschienen angeordnet, so daß die Verbindungsleitungen zu den Sicherungen vollständig wegfallen. Die Sicherungselemente sind auf den Schienen verschiebbar und werden an der zweckmäßigsten Stelle festgeklemmt, so daß eine besonders einfache und kurze Leitungsführung erreicht wird und auch nachträgliche Änderungen leicht ausführbar sind. Durch die zweckmäßige Anordnung lassen sich bis zu 14 Abzweige für dreipolige Stromkreise in einem einzigen Sammelschienenkasten vorsehen, so daß die Gesamtbaulänge der Verteilung nur etwa die Hälfte des bisher üblichen Platzes einnimmt. Die Eisenersparnis ergab sich zu 35 bis 40%, ähnlich sind die Einsparungen an Kupfer und Leitungswerkstoff.

Wir gehen nun zur Besprechung von Einzelschaltern über und beginnen mit Neukonstruktionen, die auf dem Stande der AEG gezeigt werden. Da ist als erstes ein billiger und leichter **Überstromferschalter** für 350 A Nennstrom, der die Sonderansprüche z. B. als Motorschutzschalter, als Stationsschalter mit Nulleiterauslöser sowie als Schalter für besonders hohe Schaltleistungen erfüllen soll, die man normalerweise von Schaltern der Größenordnung 300 A und darunter nicht verlangt.

Der Schalter ist für eine Nennspannung von 750 V ausgelegt, die Isolierung jedoch entspricht nach den VDE-Vorschriften einer Betriebsspannung von 1500 V. Für diese Spannung wird aber eine besondere Funkenlöschkammer geliefert. Der normale Antrieb besteht aus einem isolierten Handgriff und einem Dreiklinken-Freiauslöseschloß. Nach Wunsch wird auch Handradantrieb vorgesehen, in fester Kupplung oder mit Freigang, wenn neben der Handeinschaltung auch ein Fernantrieb vorhanden sein muß. An Überstromschutzeinrichtungen werden je nach Bedarf eingebaut: magnetische Schnellauslöser für den Kurzschlußfall, Wärmeauslöser (Bimetall) mit Raumtemperaturkompensation, magnetische Überstromauslöser für kleine Zeiten (Selektivität!), Entlastungsauslöser (Bimetall) mit zwei Auslösegrenzströmen. Ferner können Wiedereinschaltsperrn eingebaut werden und Sonderauslöser für Rückstrom, Nulleiter- und Fehlerspannungsauslöser. Mit Hilfe besonderer Sperrmagnete, die nach Bedarf an den Schalter angebaut werden, lassen sich die verschiedensten Sperren und Kupplungen erreichen. — Die Höchsterwärmung des Schalters bei Dauerlast von 350 A Gleichstrom beträgt etwa 30° C, bei gleicher Belastung mit Drehstrom etwa 23° C. Mit dem Schalter wurden auf dem Versuchsstand 20 000 A (eff.) bei 400 V, 15 000 A bei 550 V und 10 000 A bei 825 V geschaltet und alle Schaltungen ohne jeden Schaden für den Schalter mehrere Male wiederholt. Das Einschaltdrehmoment statisch genommen beträgt in der Spitze nur 2,1 mkg. Der Gleichstrom-einschaltmagnet des dreipoligen Schalters benötigt nur 2,8 kW. Die Aufnahme der Unterspannungsauslöser ist nur 4 VA bei 750 V Wechselspannung.

Die Reihe der unverklinkten, fernbetätigten **Motorschuttschalter** der AEG ist um zwei Typen für 40 und 200 A ergänzt worden. Neu ist weiterhin ein **Universal-Walzenschalter** für rd. 20 A und 30 Schaltungen in der Stunde. Er ist bestimmt zum Ein-, Ausschalten und Wenden von Drehstrommotoren bis

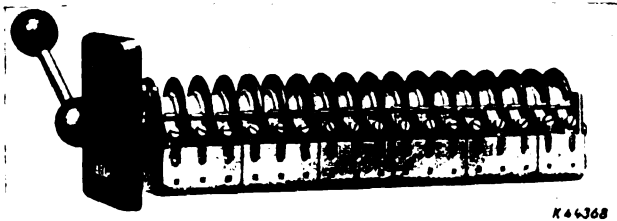


Abb. 3. Universal-Walzenschalter als 17poliger Einbauschalter.

etwa 6 kW und von Gleichstrommotoren bis etwa 4 kW, zum Stern-Dreieck- und Polumschalten, zur Wahlschaltung aufeinanderfolgender Arbeitsvorgänge bei Werkzeugmaschinen und bei Meßinstrumenten, ferner für die Kommandoschaltung von Schützensteuerungen. Für die verschiedenen Schaltzwecke werden einzelne, an sich gleiche Grundelemente des Schalters aneinandergereiht. Bei großer Gedrungenheit sind die Schalter übersichtlich und auch kräftig. Um eine möglichst kurze Bau-

länge zu erreichen, können zwei gegenüberliegende Kontaktfingerreihen vorgesehen werden; hierbei sind bis 5 Kontaktstellungen möglich. Für 6 bis 11 Kontaktstellungen ist jedoch nur eine Kontaktfingerreihe ausführbar. Mit einer oder zwei Kontaktfingerreihen lassen sich etwa 20 Kontaktzonen einrichten (Abb. 3). Als Bedienungselemente werden Kugelgriffe oder Knebelgriffe mit gezahnter Einsatzbuchse für jede beliebige Winkelstellung des Knebels verwendet. Die Fingerträger und Walzenkörper bestehen aus keramischem Werkstoff, die Kontaktsegmente und -finger aus Kupfer; die letztgenannten sind zweiseitig benutzbar, haben also doppelte Lebensdauer. Die Kontaktfinger mit den Kontaktdruck-Stahlschraubenfedern und Kupferfolien-Stromzuführungen können sehr leicht ausgetauscht werden. Die Kontaktstellungen sind durch gut fühlbare Rasten gekennzeichnet.

Zur Fernsteuerung von Motoren geringerer Leistung, aber großer Schalthäufigkeit zeigt die AEG ein **Schütz** für 20 A, bei dem wesentliche Teile aus Isolierstoff bestehen. Der bewegliche Kontaktträger mit Rippen und Verstärkungen sowie die Grundplatte sind aus Isolierstoff gepreßt. Ein aus Isolierstoff bestehender Zapfen dreht sich in einer Aussparung der Grundplatte. Dieses Zapfenlager bedarf weder der Schmierung noch sonstiger Wartung und nutzt sich praktisch nicht ab. Die bewegten Isolierstoffteile des Schützes sind möglichst leicht gehalten, doch mechanisch sehr fest; infolgedessen ertragen diese Schütze sehr große Schalthäufigkeiten. Ihre Schaltleistungen richten sich bei Schleifring- und Kurzschlußläufern nach der Schalthäufigkeit und der Spannung. Bei 220 V und Schalthäufigkeiten von 30 bis 1000 Schaltungen je Stunde sinkt die Schaltleistung von 5,2 bis herab zu 3,2 kW, bei 380 V von 8,8 bis 5,2 und bei 500 V von 10 bis 5,8 kW. Dank der guten Zugänglichkeit aller Anschlüsse und der knappen Abmessungen sind diese Schütze zum Einbau in Schränke und Werkzeugmaschinen gut geeignet.

Zur selbsttätigen Steuerung von Motoren für Hauswasser-, Tankstellen- und ähnliche Pumpen, die nicht über 5 atü Betriebsdruck aufweisen, ist ein neuer **Druckschalter** der AEG bestimmt. Er ist weitgehend aus Isolierstoff hergestellt. Die Träger der Kontakte bestehen aus Preßstoff und haben auch eine

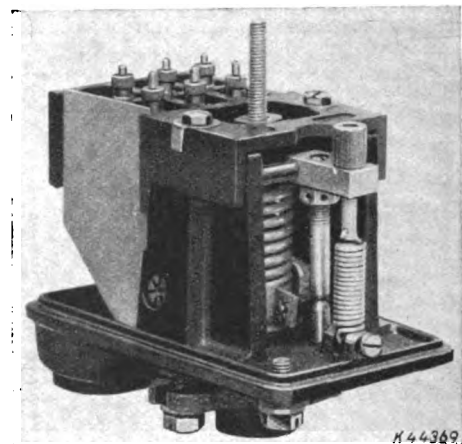


Abb. 4. Druckschalter.

genügende Sicherheit in elektrischer Beziehung; die mit Silberauflage versehenen Kontakte sind gegen Oxydation unempfindlich. Der Schalter (Abb. 4) wird auf ein aus dem Druckkessel kommendes Druckrohr aufgeschraubt. Zur Druckübertragung auf die Hauptfeder dient eine an der Grundplatte angebrachte Gummimembran. Die Höhe des Betriebsdruckes wird mit der Hauptfeder und die Druckunterschiede werden durch eine Kordelschraube an der Zusatzfeder eingestellt. Der für Motorleistungen bis 2,2 kW bei 380 V ausgelegte neue Druckschalter erhält eine Isolierstoff- oder Gußeisenkappe.

Für den Motorschutz haben Metzner & Jung, Wuppertal-Elberfeld, neue **Überstromauslöser** geschaffen mit den Merkmalen: erhöhte Auslösegenauigkeit, erhöhte Kurzschlußfestigkeit, Verkleinerung der Abmessungen, Anpassung der Auslösecharakteristik an die Betriebsbedingungen des Antriebes und Erschütterungssicherheit. Bei kleinen Strömen bis 25 A werden die Auslöser vom Motorstrom durchflossen, bei den größeren Typen stehen sie über Einstabwandler mit dem Netzstrom in Verbindung, so daß infolge der Eisensättigung der

Wandler eine ideale Kurzschlußfestigkeit erreicht wird. Die Auslöser können direkt oder indirekt beheizt werden. Dadurch ergeben sich zwei stark verschiedene Auslösekennlinien, entsprechend der VDE-Reihe 1 und 2 für normale Antriebe bzw. solche mit großen Anlaufzeiten. Besondere Bedeutung hat die Ausbildung der Schaltklinke, von deren Kraftbedarf die Verformung der Auslöser und damit die Auslösegenauigkeit abhängt. Abb. 5 zeigt im Prinzip die Kontakteinrichtung der neuen Fanal-Überstromauslöser. Die sorgfältig geschliffene Schaltklinke gleitet über einen kreisrunden Dorn von sehr kleinem Durchmesser aus blankgezogenem V2A-Stahl, so daß die Reibungskräfte der Verklüftung verschwindend klein sind und trotzdem kurz vor dem Auslösepunkt noch eine hohe Sicherheit gegen Erschütterungen vorhanden ist. Selbstverständlich ist der Schalter auch mit Freiauslösungsausgerüstet, also kann bei bestehender Überlast die Überstromauslösung von Hand nicht unwirksam gemacht werden. Bei Anlagen mit Druckknopfsteuerung kann unter Umständen eine selbsttätige Rückkehr des Schalters in die Schließlage nach dem Erkalten des Auslösers erwünscht sein. Der neue Fanal-Motorschutz ist für beide Schaltungsarten geeignet und kann somit allen nur erdenklichen Betriebsbedingungen gerecht werden.

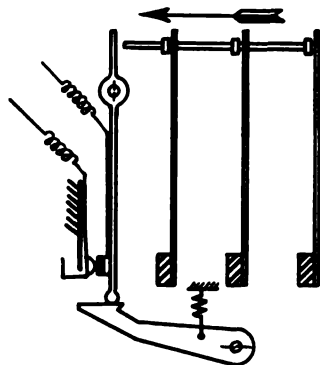


Abb. 5. Kontakteinrichtung eines Überstromauslösers.

Alle Maschinen, deren Antriebe häufiger geschaltet werden, erhalten heute fast ausnahmslos Druckknopfsteuerungen. Die ältere einfachere Ausführung der Druckknöpfe hat den Nachteil, daß der gegebene Befehl nachträglich an der Druckknopftafel nicht mehr zu erkennen ist. Bei Mehrfach-Druckknopftafeln, von drei Druckknöpfen ab aufwärts, kann dies sehr störend sein. Maschinen mit vielen Hilfsmotoren erhalten deshalb mitunter ein Leuchtschaltbild. Derselben Zweck dienen die neuen **Druckknöpfe mit Befehlsrückmeldung** von Brown, Boveri & Cie., Mannheim, nach Abb. 6. Zur Sichtbarmachung des gegebenen Befehls sind hier Glühlampen angeordnet, die durch farbige Gläser abgedeckt sind. Die Glühlampen sind für Anschluß bis 220 V bemessen, ihr Energieverbrauch ist bekanntlich sehr gering. Das Druckknopfelement verbürgt unbeschränkte Lebensdauer und daher unbedingte Betriebssicherheit. Seine beiden Kontakte mit doppelter Unterbrechung sind als Schleifkontakte ausgebildet, die saubere Berührungsflächen erzeugen. Durch Drehen des Kontaktstückes kann jeder Kontakt nach Belieben zu einem Öffnungs- oder Schließkontakt gestaltet werden. Die Kontaktstücke sind auf keramischem Isolierstoff befestigt. Die Druckknöpfe, aus Isolierstoff gefertigt, sind zur Verhütung von Beschädigungen mit einer Metallhülle umgeben. Normalerweise wird der Druckknopf nach jeder Befehlsgabe durch eine Feder in die Ausgangsstelle zurückgebracht. Wenn eine Dauerkontaktgabe erforderlich ist, wird der Druckknopf mit einer Verriegelung versehen. Verwendbar sind die Druckknöpfe bis 500 V Wechsel- oder 250 V Gleichspannung und für Dauerströme von 10 A, Einschaltströme von 25 A.

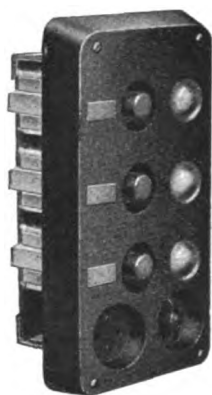


Abb. 6. Druckknopftafel mit Befehlsrückmeldung.

die Spule für die magnetische Auslösung zugleich als Blasspule benutzt wird. — In explosionsgefährdeten Räumen wird besonders gern von der Fernsteuerung durch **Druckknöpfe** Gebrauch gemacht. Diese Knöpfe bieten an und für sich keine Besonderheiten; sie sind so ausgebildet, daß ein Eindringen von

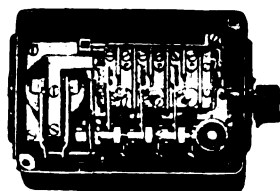


Abb. 7. Motorschutzschalter mit Nullspannungsauslösung für Anbau an Maschinen.



Abb. 8. Druckknopfschalter für explosionsgefährdete Räume, mit Rückmeldelampe.

Feuchtigkeit längs des Knopfschaftes selbst ausgeschlossen ist. Es hat sich jedoch als zweckmäßig erwiesen, um den Schaltzustand des selbsttätigen Gerätes auch von der Verwendungsstelle aus erkennen zu lassen, im Druckknopf selbst eine entsprechende Signallampe unterzubringen. Um den bestehenden Vorschriften zu genügen, hat die Firma Rheostat die Signallampe selbst gleichfalls unter Öl gelegt und dabei so untergebracht, daß durch ein besonderes im Ölkessel befindliches Fenster ihr Aufleuchten von außen sichtbar wird (Abb. 8).

Die Mitteldeutsche Schaltapparate-Ges. m. b. H., Eisenach, hat einen handbetätigten **schlagwettergeschützten Motorschutzschalter** neu herausgebracht (Abb. 9).



Abb. 9. Motorschutzschalter, schlagwettergeschützt.

Dieser besitzt druckfeste Kapselung sowie druck- und gasdichte Anschlüsse. Die Kabel können durch Kabelstopfbuchsen oder Kabelendverschlüsse von oben und unten oder nur von oben bzw. unten eingeführt werden. Der Schalter wird nur mit thermischen oder thermischen und magnetischen Auslösern und auch mit besonderer Unterspannungsauslösung gebaut.

Neu durchgebildet wurden ferner verschiedenartige **Steuerwalzen** und Flachbahngeräte mit selbsttätigem Antrieb für Fernbetätigung und wahlweisem Handantrieb. Durch entsprechende Ausbildung der Walzenteile oder auch der Kontaktflachbahn lassen sich verhältnismäßig einfach die verschiedensten Apparate und Schaltungen zusammenstellen.

Der jeweils auf- oder angebaute Steuermotor für den Antrieb ist reichlich bemessen, für Anschluß an Gleichstrom oder Wechselstrom geeignet und als mantelgekühlte Type mit Kugellagern versehen. Die Schaltung ist derart, daß beim Betätigen des Hilfsgerätes (Druckknopf, Türkontakt, Schwimmerschalter usw.) der Getriebesteuermotor anläuft. Durch Drehung der Walze oder des Kontakthebels wird über Verriegelungskontakte das Netzschütz eingeschaltet und der Einschalt- oder Regelvorgang eingeleitet. Besondere Hilfskontakte verhindern, daß bei eingeschaltetem Gerät das etwa ausgeschaltete oder durch Wegbleiben der Spannung abgefallene Netzschütz wieder eingeschaltet werden kann, bevor sich die Steuerung in der Nullstellung befindet. Hierdurch wird stets ein ordnungsgemäßer Anlauf erzwungen.

Der zur Bedienung einer Werkzeugmaschine verfügbare obere Raum ist gewöhnlich durch Handräder, Griffe und Spannvorrichtungen schon soweit ausgenutzt, daß im Interesse der Leistungssteigerung die Ausbildung des elektrischen Antriebsschalters als **Fußschalter** günstig ist. Eine derartige Neukonstruktion (Abb. 10) zeigt die Voigt & Haefner A.-G., Frankfurt a. M. in dem neben der Werkzeugmaschine befestigten Schalter. Ein kräftiges, glattes Gußgehäuse mit Panzerrohereinführungen auf zwei Seiten für sechs Leitungen bis zu 4 mm² wird durch einen Deckel mit schräg angeordneter, gedichteter Teilfluge abgedeckt. Durch diese Ausbildung der Teilung zwischen Deckel und Gehäuse wurde eine gute Zugänglichkeit der Anschlüsse sowie die sichere Führung des Bedienungsknopfes im Gehäuseunterteil erreicht. Die Schräglage des Bedienungsknopfes wurde so gewählt, daß sich ähnlich wie

Die Firma „Rheostat“, Dresden-N. 23, baut ihre Bimetall-Motorschutzschalter neuerdings nicht nur mit Blech- oder Guß-, sondern auch mit Isolierstoffgehäuse. Neu entwickelt wurde ein gußgekapselter Schalter mit Nullspannungsauslösung, der besonders klein gehalten ist, um sich an den Maschinen gut unterbringen zu lassen (Abb. 7.). Unter dem gleichen Gesichtspunkt wurden auch stärkere Schalter (bis 100 A) herausgebracht. Diese Größen erhalten Vorkontakte und eine direkte Zurückführung des Schlosses ohne neues Aufziehen sowie eine Vereinigung der Schnellauslösung mit der Blasung derart, daß

beim Gashebel eines Autos eine bequeme Betätigung bei Abstützung des Schuhabsatzes auf dem Fußboden ergibt. Die Konstruktion des Schalters bedient sich eines Kraftspeichers, der durch Eindringen des Knopfes gespannt wird und die Kontaktbrücke in Sprungschaltung durchdrückt. Bei erneutem



Abb. 10. Fußschalter für Werkzeugmaschinen-Antrieb.

Drücken schaltet der Schalter auf gleiche Weise aus. Ohne Änderung des Mechanismus kann der Schalter aber auch so hergestellt werden, daß er schon bei Loslassen des Druckknopfes ausschaltet. Die zulässigen Motornennleistungen zeigt folgende Tafel:

	Drehstrom				Gleichstrom			
Netzspannung . . . V	125	220	380	500	110	220	440	550
zulässige Motornennleistung kW	2,3	4,1	3,5	3,2	1,3	2,4	1,8	1,4

Ludwig Richter, Görlitz 6, zeigt einen durch Druckknopf betätigten **Klein-Motorschuttschalter** 10 A, mit Isolierstoffkappe oder isolierstoffgekapstelt für feuchte Räume und als Einbauschalter (Abb. 11). Neuartig ist das mittels Steckerstiften einsetzbare thermische Relais. Die Skalenscheibe ist von außen durch ein Schauglas sichtbar und gestattet, den jeweils eingestellten Stromwert abzulesen. Die isolierstoffgekapstelte Ausführung hat als Neuerung verdeckte Druckknöpfe und damit einen erhöhten Schutz gegen Feuchtigkeit sowie ferner einen Schaltstellungsanzeiger. Die ferner von der Firma gebauten, von Hand betätigten gußgekapstelten Motorschutzschalter 15 und 25 A können neuerdings in einer Sonderausführung für Motoren mit schwersten Anlaufverhältnissen geliefert werden. Durch eine sinnreiche Vorrichtung werden die Bimetallstreifen während des Anlaufs überbrückt, und zwar wird der Schaltgriff so lange festgehalten, während man den Anlauf am eingebauten Stromzeiger beobachtet. Die Firma zeigt außerdem noch einen vierpoligen Trennschutzschalter 25 A nach dem RWE-(Heinisch-Riedl-)System und verschiedenartige Walzenschalter.

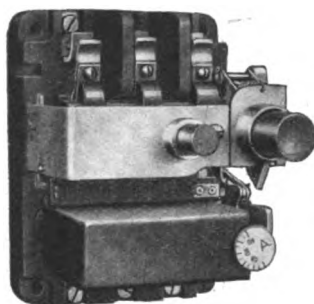


Abb. 11. Klein-Motorschuttschalter 10 A mit einsteckbarem Relais.

Bekanntlich sind die Kontakte die empfindlichen Teile jedes Schalters. In jüngster Zeit werden gern **Abbreinstücke aus Edelmohle** verwendet, wie sie die Ringsdorff-Werke K.-G., Mehlem-Rhein, ausstellen (Abb. 12). Auf Grund eingehender Versuche haben sich folgende Eigenschaften dieses Austauschstoffes als bemerkenswert erwiesen: längere Lebensdauer gegenüber Kupferabbreinstücken, keine Anbrennungen an den Kupfersegmenten, daher bedeutend längere Lebensdauer auch dieser Schaltelemente, kein Schmieren der Controller mehr, da die Kohle selbstschmierend wirkt. Die durch den neuen



Abb. 12. Kontaktstück aus Edelmohle.

Werkstoff erzielten technischen Verbesserungen und die gleichzeitig damit verbundene Ersparnis an Kupfer haben schon eine Anzahl größerer Werke veranlaßt, auf Kohleabbreinstücke überzugehen.

Das **Transkommandosystem** der AEG dient zur zentralen Fernschaltung von Straßenlampen, Treppenhäuser- und Hausnummernbeleuchtungen, Tarifgeräten, Personenrufanlagen, Luftschuttsirenen usw. über das Starkstromnetz ohne Benutzung von Steuerleitungen. Die Kommandos an alle Teile des Netzes werden an den Einspeisestellen durch einen Tastschalter gegeben, der zweckmäßig hochspannungsseitig einen Leiter des Drehstromnetzes kurzzeitig (zwei bis drei Perioden) unterbricht. Diese kurze Unterbrechung verursacht eine Verwerfung des Spannungsdreiecks, die sich über die Transformatoren bis auf das Niederspannungsnetz überträgt und sich dort als Spannungsabsenkung auswirkt. An die am stärksten beeinflusste Spannung werden die Empfangsgeräte angeschlossen, die die Fernsteuerkommandos aufnehmen und ausführen. Der Netzbetrieb wird durch diese kurzzeitigen Unterbrechungen nicht beeinflusst, Betriebs- und Schutzrelais sprechen nicht an.

Der Sender verwandelt das gewählte Kommando in eine dem Kommando zugeordnete Reihe von drei Impulsen. Seine Hauptbestandteile sind ein Synchronmotor mit Abtastwähler sowie Relais, wie sie in der Wähler-Fernsprechtechnik benutzt werden, Druckknöpfe und Signallampen. Die von dem Sender gegebenen Impulse wirken über Zwischenrelais auf den oder die Transkommando-Tastschalter (Abb. 13), welche das Netz ein-

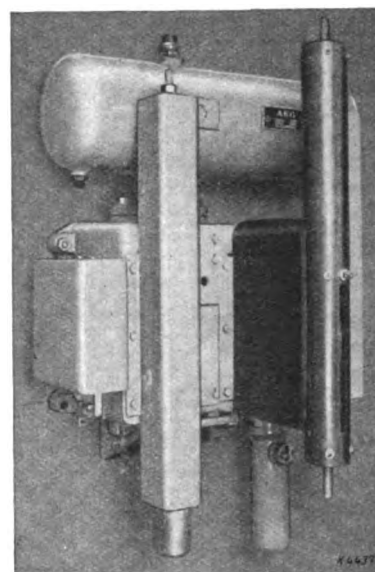


Abb. 13. Transkommando-Druckgasschalter.

polig unterbrechen. Der Tastschalter ist ein einpoliger Druckgasschalter besonderer Konstruktion, der sich besonders eignet, weil er bereits beim ersten Nulldurchgang den Stromfluß unterbricht und ihn nach einer einstellbaren Unterbrechung von zwei bis drei Perioden wieder schließt. Die Transkommando-Empfangsgeräte bestehen u. a. aus einem Wechselstrommagneten, der auf die Spannungsabsenkungen anspricht, einem Synchronmotor zum Antrieb einer Kommandonachbildung sowie den Schaltkontakten. Jedes Relais kann drei verschiedene Kommandos aufnehmen und ausführen. Die Anlagen werden für einen Endausbau von 21 Kommandos ausgelegt, die in drei Gruppen zu sieben Kommandos unterteilt sind. Durch diese Gruppeneinteilung ist ein beliebiger Ausbau auch auf noch weitere Gruppen möglich.

Gleichrichter, Glimmröhren und Photozellen.

621. 314. 6 + 621. 327. 4 + 621. 38

In dem **Hegra SG-Gleichrichter** von Herrmann Grau, Berlin, kommt zum erstenmal eine einseitig leitende Entladungsröhre mit einer massiven Aufheizkathode auf den Markt. Das Aufheizen der ursprünglich kalten aktivierten Kathode kommt dadurch zustande, daß infolge der Aktivierung sogar im kalten

Zustand der Kathode eine Glimmentladung bei verhältnismäßig niedriger Spannung (150 V) entsteht. Diese Glimmentladung besitzt die Fähigkeit, die aktivierte kalte Kathode so aufzuheizen, daß sie auf dieselbe Glühtemperatur kommt wie eine von außen mit Hilfe eines Transformators geheizte Glühkathode. Das Zusammenwirken der Edelgasfüllung mit der Aufheizkathode läßt eine Glimmentladung augenblicklich in einen Lichtbogen von großer Stromstärke umschlagen. Die Stromstärke wird fast lediglich bestimmt durch den Verlust in den Schaltungsgliedern, wie z. B. in dem Vorschaltwiderstand und in der zu ladenden Batterie; das Gleichrichterrohr selbst hat über einen großen Strombereich fast konstanten Spannungsabfall von etwa 10 V. Bei höheren Stromentnahmen sinkt dieser geringe Spannungsabfall noch ein wenig. Die Zündspannung von rd. 150 V ist im allgemeinen nicht diejenige Spannung, mit der der Gleichrichter betrieben wird. Aus diesem Grunde wird die Zündspannung in dem Bruchteil einer Minute durch ein geeignetes Zeitrelais oder von Hand abgeschaltet und die normale Betriebsspannung an die Röhre gelegt. Bei der Umschaltung sorgt die Wärmeträgheit der Aufheizkathode dafür, daß man über eine Dauer von etwa 5 s den Gleichrichter von Hand oder selbsttätig auf die niedrige Betriebsspannung bis herunter auf 20 V schalten kann.

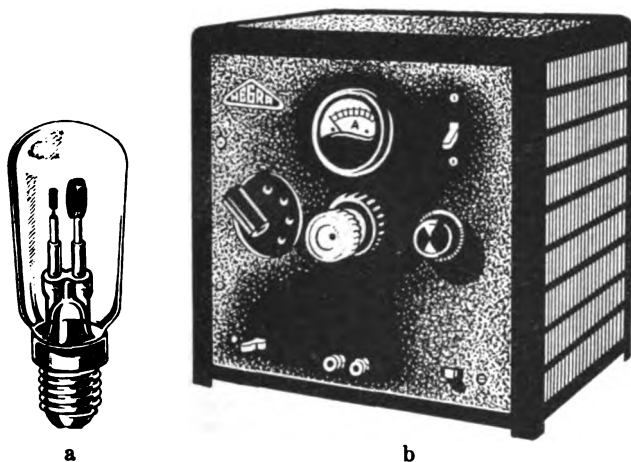


Abb. 1a. Gleichrichterröhre mit Aufheizkathode. b Gleichrichtergerät mit der neuen Röhre.

Der Fortfall der elektrischen Widerstandsheizung, wie sie Glühkathodenröhren benötigen, ist in verschiedener Hinsicht vorteilhaft. Da man keine Heizspannung braucht, kann der Transformator überhaupt fortfallen; der Gleichrichter wird einfach mit einem Begrenzungswiderstand geeigneter Größe und dem Gleichstromverbraucher in Reihe geschaltet. Der Aufbau des Gleichrichters ist sehr einfach; wie Abb. 1a zeigt, hat der Gleichrichter Größe und Aussehen einer normalen Glühlampe und kann wie diese auch in eine normale Lampenfassung eingeschraubt werden. Die Lebensdauer der Röhre beträgt dank einer neuen Aktivierungsmasse 3000 bis 4000 Brennstunden. Die Gleichrichterröhren werden z. Z. nur als Einweggleichrichter bis zu einer Stromstärke von 10 A und einer Spannung von 2 bis 60 V hergestellt. Von den mit der neuen Röhre ausgerüsteten Gleichrichtergeräten der Firma soll hier noch ein Seriengleichrichter, Abb. 1b, erwähnt werden, der z. B. für Elektromagnete, Spannfutter, Bremseinrichtungen u. dgl. verwendbar ist und für Stromstärken von 3, 4 und 6 A gebaut wird.

Die Trockengleichrichter werden mehr und mehr für die Gleichstromspeisung von Funk- und Fernmeldeanlagen den Röhrengleichrichtern und Umformermaschinen vorgezogen, weil sie keiner Wartung bedürfen und weniger Raum beanspruchen. Der Aufbau der von der C. Lorenz AG. gezeigten neuen **Trockengleichrichter** (Abb. 2) ist so gedrängt, daß die äußeren Abmessungen dieser Geräte fast noch kleiner sind als die der Maschinenumformer gleicher Leistung; die erforderlichen Sieb- und Glättungsmittel sind in das Gerät eingebaut.

Der Aufbau der einzelnen Gleichrichterelemente, ihre Größe und Schaltungsart sind bestimmend für die Durchgangsleistung. Die Gleichrichterelemente selbst bestehen aus runden, vernickelten Eisenplatten, deren eine Seite mit Selen belegt ist, auf das wiederum eine entsprechende Metallschicht als Gegenelektrode aufgespritzt ist. Bei Raumtemperaturen bis zu 35° C kann jedes Element mit 14 bis 18 V Sperrspannung belastet

werden, für höhere Raumtemperaturen entsprechend geringer. Der Spannungsabfall beträgt je Element etwa 1 V. Die Gleichrichter sind kurzzeitig hoch überlastbar, haben große Lebensdauer und können in Räumen mit Temperaturen bis 75° C betrieben werden.

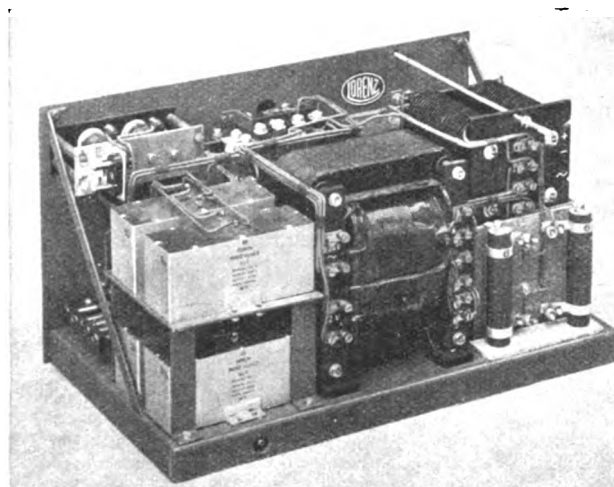


Abb. 2. Trockengleichrichter für einen 40 W-Kurzwellensender.

Die Firma Heliogen, Bad Blankenburg, zeigt u. a. Ladegeräte mit Trockengleichrichtern, z. B. mit Glättungsdrossel für selbsttätige Dauerladung mit Umschaltung auf Schnellladung, bestimmt etwa für die Speisung von Fernsprecbatterien. Eine Neuerscheinung sind die in mehreren Ausführungen hergestellten, der Firma Heliogen geschützten **Notbeleuchtungs- und Paniklicht-Geräte**. Diese Apparate enthalten als grundsätzliches Merkmal sämtliche zur Anlage der Notbeleuchtung dienenden Teile in einem geschlossenen, vorn als Schalttafel ausgebildeten Gehäuse, und zwar Transformator zur Speisung der Notbeleuchtung während des normalen Betriebes, Relais, welche bei Ausbleiben der Netzspannung auf die vorher geladene Batterie die Notbeleuchtung umschalten, und endlich einen Kupferoxydul-Trockengleichrichter, der zur Aufladung der Batterie dient. Die ganze Bedienung dieser Notbeleuchtungsanlage geschieht durch einen Zentralschalter. Auch besondere **Karrenlader** zeigt Heliogen, die mit Pöhler-Schalter ausgerüstet sind und fremd-

belüftete Kupferoxydul-Druckplatten-Säulen als Gleichrichter enthalten. Die Fremdbelüftung erlaubt höhere spezifische Belastung des Gleichrichters, der also kleiner und billiger sein kann. Alle diese Geräte arbeiten mit Vollwegschaltung; sie werden für Einphasen- und für Drehstrom gebaut.



Abb. 3. Ladegerät für die Ladung zweier Elektrokarren-Batterien.

Die Süddeutsche Apparatefabrik, Nürnberg, stellt in diesem Jahre Gleichrichtergeräte aus, die zeigen, daß der **Selen-Trockengleichrichter** immer mehr durch Wirkungsgrad und Anschaffungspreis in Leistungsgebiete übergreift, die bis vor kurzem ausschließlich den Glühkathoden- und Quecksilberdampf-Gleichrichtern vorbehalten waren. So wird z. B. ein Ladegerät für Elektrokarrenbatterien gezeigt, mit dem es möglich ist, zwei Batterien von je 80 V mit 30 A Anfangsladestrom nacheinander ohne Bedienung zu laden (Abb. 3). Nach Anschluß beider Batterien an das Gerät wird zuerst die eine Batterie geladen; ist deren Ladung beendet, so schaltet sich der Ladestrom selbsttätig auf die zweite Batterie um. Bei beiden

Batterien wird bei Beginn des Gasens der Ladestrom auf 40 % des Anfangswertes herabgesetzt. Nach Ladung beider Batterien schaltet sich das Gerät drehstromseitig vom Netz.

Als neuestes Verwendungsgebiet wird jetzt zunehmend die Speisung von Kinobogenlampen erschlossen. Bei der Süd-deutschen Apparatefabrik ist ein **Kinobogenlampen-Gleichrichtergerät** ausgestellt, umschaltbar für verschiedene Spannungen und Ströme, so daß damit Bogenlampen mit verschiedenen Kohlen gespeist werden können. Diese Geräte haben sich bereits vielseitig bewährt. Auch die Stromversorgung von Sendeanlagen, die in steigendem Maße durch Selen-Trockengleichrichter erfolgt, ist ein Beispiel dafür, wie der Trockengleichrichter in das Leistungsgebiet des Hochspannungs-Glühkathoden-Gleichrichters eindringt. Gezeigt wird ein kleines **Sender-Spelsegerät**, das bei Anschluß an das Wechselstromnetz die Heizleistung von 12 V und 7,5 A und die Anodenleistung von 1400 V und 0,25 A bei 1% Restwelligkeit liefert. Das vollständige Gerät wiegt nur 55 kg bei einem Raumbedarf von 0,07 m³.

Die Infra G. m. b. H., Leipzig, zeigt im weiteren Ausbau der bisher herausgebrachten, über 100 Stück zählenden Photozellen für Tonfilm, Technik und Wissenschaft eine **Gegeltaktzelle**. Die Zelle dient dem Zwecke, durch wechselseitige Beleuchtung der beiden Zellenhälften verschiedene Stromkreise zu steuern. Sie wird in zwei Formen gebaut: einmal nach dem Prinzip der Doppelanode, wobei die Zelle mit einer Kathode ausgerüstet ist und zwei Anoden derart gegeneinander abgeschirmt sind, daß jeder eine Hälfte der Kathodenfläche zugeordnet wird, zum anderen nach dem Prinzip der Doppelkathode, wobei, wie der Name sagt, zwei Kathoden verwendet werden. Als Neuheit sind weiterhin **Selen-Photowiderstände** System Fuchs-Thirring ausgestellt, die eine vervollkommnete Type der seit Jahren bekannten Selenzellen darstellen. Sie besitzen die Eigenschaft, bereits im Dunkeln eine bestimmte Stromdurchlässigkeit (Dunkelwiderstand) aufzuweisen, der sich bei Beleuchtung der Zelle stark vergrößert (geringer Hellwiderstand). Die Zellen haben eine zweckmäßige technische Form erhalten, die den Einbau in Geräte aller Art ermöglicht.

Bei Stanzen, Pressen, Abkantmaschinen u. dgl. liegt die Gefahr einer Verletzung der Bedienenden trotz der verschiedenen bisher versuchten Sicherheitsmaßnahmen immer noch vor. Die an sich bewährte Zweihandsteuerung ist in vielen Fällen nicht anwendbar bzw. mit einem zu hohen Zeitverlust verbunden. Das Ideal stellt eine Schutzvorrichtung dar, die praktisch die Arbeitsvorgänge des Einlegens und Herausnehmens des Werkstückes in keiner Weise behindert und andererseits tatsächlich nur die Gefahrenzone erfaßt, so daß die Maschine nicht angelassen werden kann, solange sich die Hände des Bedienenden in der Gefahrenzone befinden. Die Visomat G. m. b. H., Leipzig, zeigt, wie sich diese Aufgabe mit Hilfe der **Lichtschranke** lösen läßt. Die Lichtschranken bestehen im allgemeinen aus einigen Spiegeln, der Photozelle, dem Transformator und Verstärker; sie sind ohne Einengung des Bedienungsraumes leicht an der Maschine anzubringen.

Das Sondergebiet der Deutschen Glimmlampenges. m. b. H., Leipzig, ist die Erschließung der Technik für die **Glimmröhre**. Die Glimmröhre hat nicht nur als einfache und sparsame Lichtquelle Bedeutung, sondern als technisches Gerät. Dem ist dadurch Rechnung gegeben, daß die DGL ihre Glimmröhren zum Teil in einer vollkommen neuen Gestalt herausbringt. Dies bezieht sich im besonderen auf die sogenannten

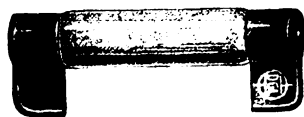


Abb. 4. Induktionsröhre, als Kontaktschönungs- und Entstörungsmittel.

Glättungsröhren, die zur Konstanthaltung von Spannungen dienen, sowie auf Glimmgleichrichter und Schutzröhren. Sie tragen durchweg einen Aluminiumüberzug, so daß sie auf benachbarte Schaltungsteile durch ihre Lichtstrahlen nicht mehr einzuwirken vermögen und ein ausgesprochen technisches Gepräge erhalten, das ihren Bestimmungszweck kennzeichnet. Technisch neu an den Glättungsröhren ist die Herabsetzung ihres inneren Widerstandes, der ihre Glättungseigenschaft um ein Mehrfaches erhöht und ihre Anwendbarkeit auch in den Fällen ermöglicht, wo es auf peinlichste Konstanz der ge-glätteten Spannung ankommt. — Als Neuheit bringt die Firma

eine **Induktionsröhre** (Abb. 4), die zur Schonung von Relaiskontakten und deren Entstörung dient. Diese Induktionsröhren sprechen bereits bei induktiv belasteten Kontakten von 4 V an und erfüllen somit die Aufgabe, in allen vorkommenden Fällen Kontakte zu schonen, was in Anbetracht der Tatsache, daß Kontakte oft aus Edelmetallen hergestellt werden, von großer Bedeutung ist. Sie kommen für Klingeln, induktiv belastete Schalter und insbesondere für alle Relaisanordnungen in Frage. Die Induktionsröhren, die man einfach parallel zum Kontakt schaltet, werden für Spannungen von 40 bis 80, 60 bis 150 und 110 bis 220 V hergestellt.

Kondensatoren.

621. 319. 4

Unter der Kurzbezeichnung K-Kondensatoren stellt die Hescho, Hermsdorf i. Thür., feste und veränderbare **keramische Kondensatoren** mit unmittelbar aufgebranntem Belag für niedrige und höhere Hochfrequenzspannungen her. Die K-Kondensatoren für niedrige HF-Spannungen (300 bis 1000 V, je nach Werkstoff und Frequenz) stimmen hinsichtlich ihrer Formgebung und ihrer Hauptabmessungen mit den Hescho-Rundfunkkondensatoren¹⁾ überein, weisen jedoch zwecks Verwendung bei höherer elektrischer und mechanischer Beanspruchung einen verstärkten Belag, Stromzuführungen in Form

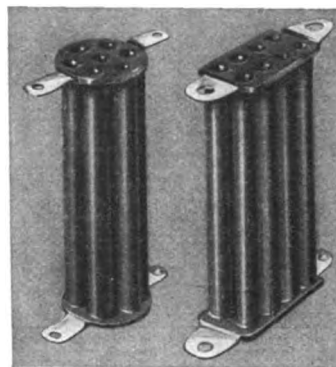


Abb. 1. Kleinblockkondensatoren für Hochfrequenzspannungen bis 1000 V und Kapazitätswerte von 190 bis 6000 pF.



Abb. 2. Topfkondensator, zwecks isolierter Aufstellung in Calitsockel eingelötet.

von Bändern und kräftigere Lötverbindungen auf. Infolgedessen eignen sie sich außer für Kleinsender insbesondere für Empfangsgeräte, die Erschütterungen und Stößen ausgesetzt sind, wie z. B. Koffer-, Auto- und Flugzeug-Empfänger. Zu den Festkondensatoren dieser Gruppe sind als neuartige Ausführungsform die in Abb. 1 dargestellten

Kleinblockkondensatoren hinzugekommen, die es ermöglichen, verhältnismäßig hohe Kapazitätswerte auf kleinstem Raum unterzubringen.

Andererseits sichert der Aufbau dieser Kondensatoren aus 4 bzw. 7 oder 8 Röhrenchen-kondensatoren, die in entsprechende Bohrungen einer oberen und einer unteren metallischen Grundplatte eingelötet und hierdurch parallel geschaltet sind, eine gute Durchlüftung und eine wirksame Wärmeabfuhr. Derartige Kleinblockkondensatoren werden in laufender Fertigung aus feuerverleimtem Calit, Tempa S oder Condensa F für Kapazitätswerte von 190 bis 600, 430 bis 1300 bzw. 1900 bis 6000 pF hergestellt.

Auch für höhere HF-Betriebsspannungen (bis etwa 3000 V) sind in letzter Zeit feste K-Kondensatoren neuerartiger Formgebung, sog. **Topfkondensatoren**, ausgebildet worden. Diese Kondensatoren, Abb. 2, besitzen ein an einem Ende geschlossenes rohrförmiges Dielektrikum

aus Calit oder Condensa F mit aufgebranntem Außen- und Innenbelag, an den die bandförmigen Stromzuführungen angelötet sind. Zur Verhütung vorzeitiger Glimm- oder Sprühentladungen sind die Isolierkörper, die bei 20 mm Dmr. 50 bzw. 80 mm lang sind, mit einem kräftigen Schirm ausgerüstet. Die kleine Type weist bei der Herstellung aus Calit Kapazitätswerte von 20 bis 100 pF, bei der Her-

¹⁾ ETZ 58 (1937) S. 476.

stellung aus Condensa F von 200 bis 1000 pF auf und ist im ersten Falle mit 2,5, im zweiten Falle mit 2 kVA belastbar. Die große Type besitzt, je nachdem ob sie aus Calit oder Condensa F hergestellt wird, Kapazitätswerte von 40 bis 200 pF bei 5 kVA HF-Dauerbelastung bzw. von 400 bis 2000 pF bei 4 kVA HF-Dauerbelastung. Wenn eine „isolierte“ Aufstellung erforderlich ist, werden diese Topfkondensatoren, wie in Abb. 2 dargestellt, in einen Sockel aus Calit eingelötet.

Den besten Maßstab für die technische Leistungsfähigkeit im Kondensatorenbau bietet die Güte der **Normalkondensatoren**. Sie sollen einen genau bekannten Wert besitzen, von Temperatur-, Spannungs- und Frequenzänderungen, elektrischen und magnetischen Feldern nicht beeinflusst werden und einen reinen Blindwiderstand darstellen. Diese Bedingungen werden heute nahezu vollkommen erfüllt, wie es z. B. die Kapazitätsnormale von Richard Jahre, Berlin, zeigen. Die Kapazität ist innerhalb der Gebrauchstemperatur zwischen 10 und 30° C konstant, und die Kapazitätsänderungen liegen an der Grenze der heutigen Meßmöglichkeiten. Innerhalb des zulässigen Spannungsbereiches ist eine Spannungsabhängigkeit nicht feststellbar. Die Wirkkapazität bei Wechselstrom ist konstant bei Frequenzen von Null bis zu einigen Megahertz. Der Verlustfaktor liegt unter $1 \cdot 10^{-4}$ und kann daher bei den meisten Messungen gleich Null gesetzt werden. Da der Verlustwert konstant ist, kann er bei Messungen höchster Genauigkeit in Rechnung gesetzt werden. Die Erfahrungen bei der Herstellung von Kapazitätsnormalen kommen natürlich auch den technischen Gebrauchstypen zugute, so daß z. B. der Kondensator Typ 3040 P in vielen Fällen als Einbaunormal und für Laboratoriumsversuche als technisches Normal verwendet wird, wobei er gegenüber dem Normalkondensator den Vorzug des geringeren Raumbedarfes und des niedrigeren Preises hat.

Für den Rundfunk hat Richard Jahre kleine rohrförmige Glimmerkondensatoren entwickelt, die mit jeder vorgeschriebenen Kapazitätsgenauigkeit geliefert werden, sowie Papierwickelkondensatoren für geringere Ansprüche hinsichtlich des Verlustfaktors. Für Kondensatoren mit Papierdielektrikum hat sich ein neues Anwendungsgebiet ergeben, nämlich als **Glättungskondensatoren** in Gleichstrom-Hochspannungskreisen, die durch die Entwicklung der Kathodenstrahlröhren erforderlich wurden. Die Anforderungen gingen hier bis zu Kapazitäten von einigen tausend Zentimeter bei Betriebsspannungen bis 100 000 V. Trotz dieser hohen Betriebsspannungen wurde gefordert, daß die Kondensatoren räumlich sehr klein gehalten werden müssen. Auch hier gelang es, durch genaue Erforschung der Vorgänge im Dielektrikum große Erfolge in der Ausnutzung der Werkstoffe zu erzielen.

Elektrowärmetechnik.

621. 365

Die Verwendung von Schutzgasen zur Verhinderung der Oxydation der verschiedenen metallischen Werkstoffe während eines Erwärmungsvorganges im elektrischen Widerstandsofen für Standbetrieb (Kammerofen, Schachtofen, Muldenofen, Hauben- und Hubherdofen) ist seit langem bekannt. Mit der steigenden Bedeutung des Fließofens trat in den letzten Jahren die Notwendigkeit in den Vordergrund, auch diese Öfen für Schutzgasbetrieb weiterzuentwickeln. Bei den bereits bekannten Ofenbauarten galt es, durch Änderung der Konstruktion einen möglichst gasdichten Abschluß zu erreichen oder aber die Öfen so zu bauen, daß trotz Fehlens eines gasdichten Abschlusses eine Oxydation der Werkstoffe durch eindringenden Luft-sauerstoff verhindert wird. Der erste Weg läßt sich nur bei einer Reihe von Fließofenarten und dann im allgemeinen nur mit umständlichen und teuren Einrichtungen erreichen; der zweite dagegen läßt sich grundsätzlich bei jedem Ofentyp beschreiten, wobei allerdings im allgemeinen mit einem höheren Schutzgasverbrauch gerechnet werden muß.

Als Beispiel der nicht gasdichten Ausführung sei ein **Förderbandofen** der AEG zum Hartlöten erwähnt, bei dem man aus betrieblichen Gründen auf jeden gasdichten Verschuß der Ein- und Ausfahröffnung verzichten mußte. Der Gasverbrauch — partiell verbranntes Leuchtgas — ist deshalb mit 18 m³/h entsprechend etwa 6 m³/h Leuchtgas relativ hoch, ohne jedoch irgendwie die Wirtschaftlichkeit des Hartlötens im

Fließofen zu beeinträchtigen. Die gelöteten Teile verlassen den Ofen mit einer Blankheit, die jede Nachbehandlung erübrigt. Eine vollständig neue Fließofentype, die sich inzwischen auch bereits bewährt hat, ist der **Schüttelrutschenofen** nach Abb. 1, ebenfalls ein AEG-Erzeugnis. Bei diesem Ofen ist außerdem das Prinzip der Wärmerückgewinnung durch das Übereinanderordnen von zwei gegensätzlich fördernden, in einem Ofenraum befindlichen Schüttelrutschen verwirklicht, wodurch der Stromverbrauch wesentlich gesenkt werden konnte und nur etwa 50 bis 60 % des beim Förderbandofen auftretenden ist. Die Bauart dieses Ofens bedingt jedoch weitgehend gasdichten Abschluß. Das Glühgut wird deshalb mittels einer gasdichten, selbsttätig arbeitenden Beschickungseinrichtung dem



Abb. 1. Schüttelrutschenofen mit Wärmeausgleichskammer; Durchgangsquerschnitt 400 x 100 mm, 800° C.

Ofen zugeführt und tritt durch ein Wasser- oder Ölbad aus. Erwähnt werden soll hier noch, daß sich auch bereits Banddurchziehöfen im Bau befinden, so daß z. B. Eisenband vor der Verzinkung nicht mehr gebeizt zu werden braucht.

Neben dem Industrieofen behauptet der elektrische Wohnraumofen bislang nur eine sehr bescheidene Stellung. In Leipzig zeigt die Ofenfabrik Emil Löw, Baden-Baden-Oos, derartige Öfen, und zwar keramische Elektroöfen, die bis auf die Heizwiderstände keinerlei Metall enthalten. Die Öfen werden einmal als **Schnellheizer** (Tagstromofen) gebaut mit unmittelbar unter der Oberfläche in Kanälen liegenden Heizwendeln und entsprechend geringer Wärmespeicherung. Die Widerstände sind so aufgeteilt, daß der Ofen bei den verschiedenen Schaltstufen gleichmäßig erwärmt wird, Rißgefahr also nicht entsteht.

Beim **Kachelspeicherofen**, der das gewohnte Aussehen des Kachelofens hat, ist das Verfahren anders. Hier sind die Widerstände und deren Träger in das Ofeninnere verlegt. Die Speicherung beginnt also im Kern des Ofens und erfährt die Speichermasse nach und nach von innen heraus derart, daß zum Schluß der achtstündigen Ladezeit die Oberfläche des Ofens eine Temperatur von ungefähr 130° erreicht hat. Diese Temperatur kann lange konstant gehalten werden. Die Wärmeentnahme kann durch eine besondere Vorrichtung auch noch geregelt werden. Hergestellt werden die Schnellheizer von 1 bis 5 kW, die Kachelspeicheröfen von 1 bis 7 kW.

Auf Grund der Aufklärungsarbeit über den Vierjahresplan und der damit übernommenen Verpflichtungen, an wertvollen devisapflichtigen Rohstoffen zu sparen, geht in der Industrie eine große Umstellung bei der Anfertigung von Massenwaren, Maschinen, Eisenkonstruktionen, Behältern usw. vor sich. Man sucht nicht nur durch neuartige Konstruktionen unter weitgehender Verwendung der Elektroschweißung an Gewicht zu sparen, sondern verwendet auch z. T. andere Werkstoffe, in großem Umfange z. B. die ebenfalls schweißbaren Leichtmetalllegierungen, zumal Magnesium. Auch die Handwerksbetriebe müssen sich mehr und mehr hierauf umstellen, d. h. Mittel und Wege suchen, ihre Aufträge mit solchen Werkstoffen auszuführen, die in gangbaren Abmessungen leicht erhältlich sind. In diesem Zusammenhang sei daran erinnert, daß sich Leichtmetalle mit dem Wechselstromtransformator nicht schweißen lassen, vielmehr ist ein geeigneter **Drehstrom-Gleichstrom-Schweißumformer** erforderlich. Abb. 2 zeigt eine derartige Maschine für 3 kW Anschlußwert von Brown, Boveri & Cie.

A. G., Mannheim, die besonders für kleine Betriebe entworfen wurde. Hervorzuheben sind die guten schweißtechnischen Eigenschaften, die es ermöglichen, auch Leichtmetalle einwandfrei zu schweißen. Hierzu ist besonders eine genügend hohe Zündspannung erforderlich, denn es ist bekannt, daß zum sicheren Zünden auf Eisen schon eine Leerlaufspannung von etwa 40 V zweckmäßig ist; bei Leichtmetall muß diese Spannung höher liegen.

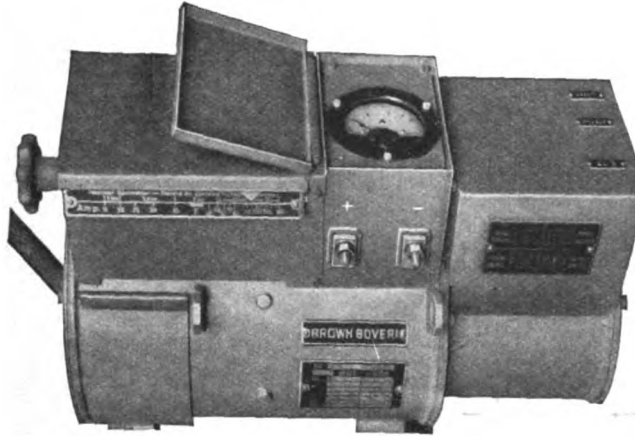


Abb. 2. Drehstrom-Gleichstrom-Schweißumformer, 3 kW, für kleine Betriebe.

Obwohl man bei derartigen Arbeiten an Leichtmetall mit Elektroden von 4 bis 5 mm Stärke arbeiten wird, kommen doch sehr häufig im Handwerk Arbeiten vor, bei denen dünne Eisenbleche verschweißt werden müssen. Der Schweißumformer genügt auch in dieser Hinsicht, da der Regelbereich bis auf 15 A herabgeht, wobei trotzdem die günstigen schweißtechnischen Eigenschaften erhalten bleiben, so daß diese verhältnismäßig schwierigen Arbeiten auch von Durchschnittsschweißern bewältigt werden können. Die stufenlose Schweißstromregelung kann an einer langgestreckten, etwa 22 cm langen Skala abgelesen werden, wie auf der Abb. 2 zu sehen ist, wodurch die genaue Stromeinstellung erleichtert wird. Das Gewicht der Maschine mit 135 kg ist im Verhältnis zur Leistungsfähigkeit gering. Die Maschine ist nicht für Akkordschweißungen mit hoher Einschaltdauer bestimmt, die ja auch im Handwerksbetrieb gar nicht vorkommen, genügt aber auch bei flottem Schweißen, wenn entsprechende Schweißdrähte verarbeitet werden.

Einen neuen **Eingehäuse-Schweißumformer** für hohe Beanspruchung zeigt Kjellberg Elektroden & Maschinen GmbH., Finsterwalde N.-L., in der Type KW 500 (Abb. 3). Der Um-

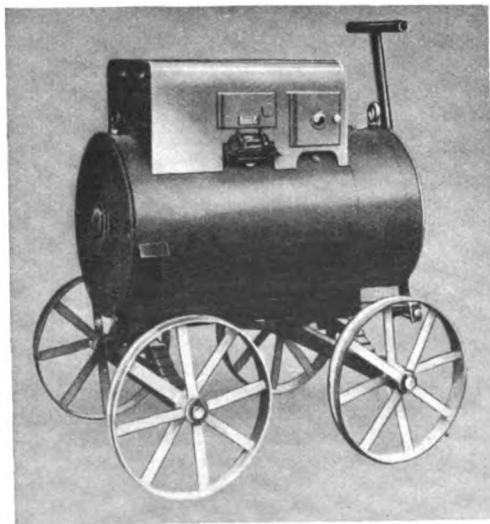


Abb. 3. Eingehäuse-Schweißumformer für 500 A.

former arbeitet sehr wirtschaftlich und zeigt selbst bei einer Belastung von 40 bis 100 % einen praktisch gleich günstigen Wirkungsgrad. Bei Drehstromanschluß wird die Maschine durch

Trockengleichrichter fremderregt, bei Gleichstrom wird die Fremderregung am Anlasser des Motors vom Netz abgezweigt. Die Spannung läßt sich innerhalb weiter Grenzen stufenlos regeln, so daß der Spannungsabfall in langen Schweißleitungen leicht überwunden werden kann. Dieser Umformer verlangt bei Fernregelung nur eine Doppelleitung von geringem Querschnitt, wodurch die Leitung billig und handlich wird. Der Lichtbogen ist sehr leicht zu zünden, auch auf rostigem Werkstoff. Die Maschine läßt sich für Waagrecht-, Senkrecht- und Überkopfschweißungen gleich gut verwenden. Sie ist gegenkompoundiert, arbeitet umpolsicher und läßt sich mit einem Umschalter auf zwei Strombereiche umschalten. Die Dynamoleistung beträgt 500 A bei 45 V und 70 % ED; die Leerlaufspannung ist etwa 60 bis 80 V und kann für Kesselschweißungen durch zusätzlichen Einbau eines Schutzes auf 40 V herabgesetzt werden.

Paul Knopp, Berlin, zeigt eine Reihe von **Widerstandsschweißmaschinen**, z. B. Werkzeug-Stumpfschweißmaschinen, Punkt- und Nahtschweißmaschinen für Leichtmetalle und auch Gittersteuerungen für Punktschweißen. Die ausgestellte 100/175 kVA-Buckelschweißmaschine (Abb. 4) ist bemerkens-

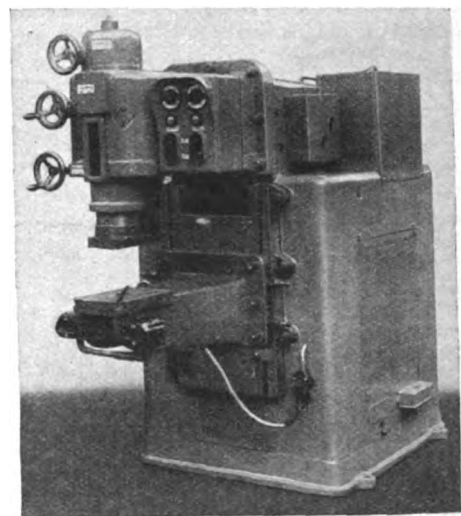


Abb. 4. Buckelschweißmaschine, 100/175 kVA.

wert durch ihre Arbeitsschutzeinrichtungen. Grundsätzlich können alle Bewegungen des schweren Stößels nur durch gleichzeitige Betätigung zweier Handdruckknöpfe erzeugt werden. Wird ein Handdruckknopf während des Niederganges losgelassen, so bleibt der Stößel sofort stehen (Niedergangsicherung). In der Massenfertigung arbeitet die Maschine mit Nachschlagsicherung, bei der der Stößel in der Höchstlage stehen bleibt, auch wenn die Druckknöpfe nicht losgelassen werden sollten. Erst nach gleichzeitigem Loslassen beider Druckknöpfe kann ein neues Arbeitsspiel beginnen. Der Druck, der Schweißstrom und die Arbeitsgeschwindigkeit der Maschine können in weiten Grenzen geregelt werden. Jede Einstellung ist an Maßstäben oder Anzeigegeräten ablesbar, so daß die einmal gefundene Besteinstellung für eine Schweißarbeit sofort wieder herzustellen ist.

Dem Suchen nach geeigneten Austauschwerkstoffen, welche die Brauchbarkeit womöglich erhöhen, ohne einen höheren Preis zu bedingen, begegnen wir auch bei den für den Haushalt bestimmten Elektrowärmegeräten. Die Versuche, einen Austauschwerkstoff für vernickelte bzw. verchromte Hauben, Griffstützen usw. bei elektrischen **Bügeleisen** zu finden, haben z. B. bei der Ehrlich & Graetz AG., Berlin, neben der Verwendung von emaillierten Teilen, die heute in sehr schönen Farben geliefert werden, dazu geführt, doppelseitig aluminiumplattiertes Eisenblech für die Hauben zu verwenden. Dieser Werkstoff wird nur gegläntzt und hat, wie die Graetzor-Bügeleisen beweisen, neben dem gefälligen Aussehen den Vorteil, die Abstrahlungsverluste stark einzuschränken. Weiter werden Bügeleisenhauben und Griffstützen mit einer besonderen Aluminiumbronze hoher Temperaturbeständigkeit hergestellt. — Welche Gewichtsersparnisse bei Elektrowärmegeräten durch sinnvolle Konstruktion erzielt werden können, zeigen z. B. die Graetzor-Einzelkochplatten. Diese Kochplatten hatten früher ein gußeisernes Gestell, das

etwa 3,1 kg wog; es ist heute durch ein weiß emailliertes Blechgestell von nur 0,7 kg Gewicht ersetzt.

Die Frage des Elektroeinbaues in Kachelherde und der entsprechenden Zusammenstellung mit Kohleherden zum Kochen und Heizen unter Anwendung von möglichst wenig Eisen, hat eine günstige und auch preiswerte Lösung durch den Graetzer-Elektro-Einbauherd (Abb. 5) gefunden, der aus einem

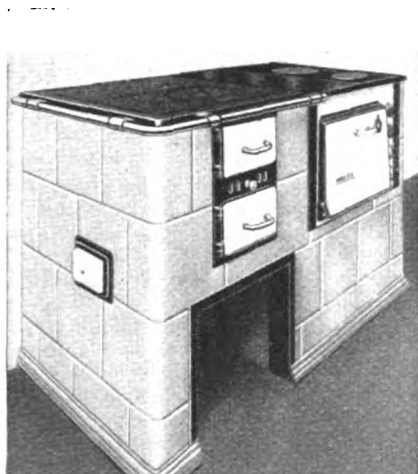


Abb. 5. Elektro-Einbauherd.

Blechkasten besteht, welcher Bratofen und zwei Kochplatten von 145 und 180 mm Dmr. enthält und als elektrische Einheit in den entsprechend aufgebauten Kachelherd eingeschoben wird. Das Gewicht des vollständigen Elektroeinbaues beträgt nur etwa 40 kg. — Die vielfachen Versuche, für den Innenbehälter der Heißwasserspeicher einen geeigneten heimischen Werkstoff zu finden, sind dadurch einen großen Schritt vorwärts getrieben, daß z. Z. 1000 Stück 80 l-Graetzer-Heißwasserspeicher mit Glasinnenbehälter gebaut werden, die von der Berliner Kraft- und Licht (Bewag-) AG. bestellt sind und in deren Versorgungsgebiet montiert werden sollen. Bewag, Ehrlich & Graetz und die Firma Schott, Jena, arbeiten bei dieser Lieferung zusammen.

Neue Wege hat die Fa. Eltron, Berlin, bei der Schaffung des **Tauko-Topfes** beschritten. An Stelle der bisher üblichen Ausführung mit messingvernickeltem oder emailliertem Topf wurde erstmalig der gesamte Kochtopf einschließlich Griff und Deckel aus Hartporzellan gefertigt (Abb. 6), das sich durch



Abb. 6. Porzellankochtopf mit Tauchsieder.

größte Sauberkeit, ansprechende Form und hohe Stoßfestigkeit auszeichnet. Zur Heizung dient der bewährte Eltron-Ringtauchsieder. Er kann leicht vom Griff des Porzellantopfes gelöst werden, was die Reinigung wesentlich erleichtert. — Für die Heißwasserversorgung von Einzelwaschbecken führt sich der **Waschbeckenspeicher** immer mehr ein. Hier wurde im Interesse der Werkstoffeinsparung an Stelle der bisher

üblichen Hochdruckausführung eine neue Bauart für Niederdruckbetrieb geschaffen (Abb. 7). Unter Benutzung eines

Spezialstandhahnes kann so der Eltron-Waschbeckenspeicher an jedem Waschbecken bequem und ohne lästige Bauarbeiten angebracht werden.

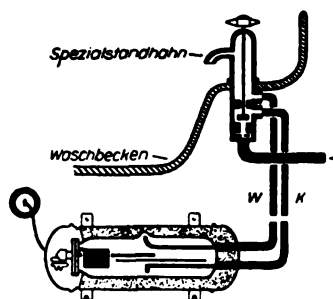


Abb. 7. Schema des Waschbeckenspeichers.

Die Vosswerke in Sarstedt bei Hannover haben einen neuen **Wasserbad-Kochkessel** herausgebracht, der vollkommen trockengehsicher ist, eine dem Kochgut anpaßbare selbsttätige Regelung besitzt und bei dem trotzdem die Tauchsiederheizung beibehalten werden konnte, so daß die Heizung unabhängig

ist von der Wasserzusammensetzung und keinerlei Neigung zu schädlicher Verschlämmung besteht; die Nennaufnahme kann durch das Bedienungspersonal keinesfalls beeinflusst werden. Damit nun nicht bei unaufmerksamer Bedienung nach Wasserverlust infolge Ansprechens des Sicherheitsventils die obersten Heizrohre trockengehen können, ist über diesen ein kleines Hilfsheizrohr angebracht, dessen Anheizkurve derjenigen der Hauptheizrohre entspricht. In das Hilfsheizrohr ist ein Temperaturregler eingebaut, der abschaltet, sobald eine gewisse Temperatur erreicht ist. Ist das Hilfsheizrohr vorschriftsmäßig im Wasserbad eingetaucht, so wird die Ansprechtemperatur des Reglers nicht erreicht. Geht dagegen das Hilfsheizrohr trocken, so steigt die Temperatur desselben sofort stark an, und der Regler schaltet über ein Schütz den Kessel ab, bis die Temperatur auf einen zulässigen Wert gesunken ist. Das Spiel wiederholt sich, bis Wasser nachgefüllt oder der Kessel von Hand abgeschaltet wird. Eine Meldeleuchte zeigt den Trockengehzustand an. Die selbsttätige Regelung des Kessels beruht darauf, daß der Heizdampfdruck und damit die Heizdampftemperatur ein Maß für den Wärmeübergang vom Dampfmantel zum Kochgut darstellen. Der Heizdampfdruck kann an einem von außen einstellbaren Kontaktmanometer eingestellt werden. Zum raschen Ankochen, wobei ein hoher Wärmestrom benötigt wird, wird man das Kontaktmanometer auf etwa 0,4 atü, zum Fortkochen auf einen dem Kochgut angepaßten Druck einstellen.

Elektrische LötKolben, die dauernd erfolgreich im Werkstattbetrieb verwendet werden sollen, müssen auch besondere Voraussetzungen erfüllen. Die Armatur und vor allen Dingen der Widerstand müssen so gebaut sein, daß sie gegen äußere mechanische Beschädigungen, welche im Werkstattbetrieb immer vorkommen, unempfindlich sind. Der Widerstand muß jedoch nicht nur gegen äußere Beschädigung geschützt sein, sondern er darf auch dann keinen Schaden erleiden, wenn er versehentlich unter Spannung steht, ohne daß gelötet wird.

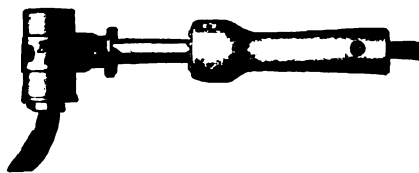


Abb. 8. Elektro-LötKolben 300 W.

Weitere Forderungen sind: leichte Auswechselbarkeit der Widerstände und Kupferstücke, gut geschützte Zuleitung und Erdungsmöglichkeit. Die von Gustav Barthel, Dresden, hergestellten **Elektrokolben** mit Leistungen von 50 bis 800 W entsprechen diesen Forderungen. Als Beispiel zeigt Abb. 8 einen 300 W-Kolben, der Bleche bis zu 1,25 mm lötet. Die 400 W-Type dürfte für die meisten Klempnerarbeiten genügen, während für schwere Arbeiten ein 600 W-Kolben zu empfehlen ist (Bleche über 2,5 mm).

Eine wesentliche Ergänzung auf dem Gebiet der elektrischen Temperaturregelung stellt der **Kleinregler** dar, der in seinem Äußeren einem Profil-Temperaturanzeiger gleicht (Abb. 9) und in Verbindung mit thermoelektrischen und optischen Pyrometern sowie Widerstands-Thermometern zur selbsttätigen Steuerung des Wärmestromes an elektrischen, gas- oder ölbeheizten Anlagen benutzt wird (Hersteller: Hartmann & Braun A.-G.,

Frankfurt a. M.). Sein Hauptvorteil sind seine vielseitigen Schaltungsmöglichkeiten; so kann an elektrischen Öfen neben der Ein-Aus-Schaltung die Dreieck-Stern-Null-Schaltung durchgeführt werden, wie an gas- oder ölbeheizten Anlagen neben der Auf-Zu-Regelung die Steuerglieder entsprechend der Abweichung vom Sollwert feinstufig verstellt werden können. Die

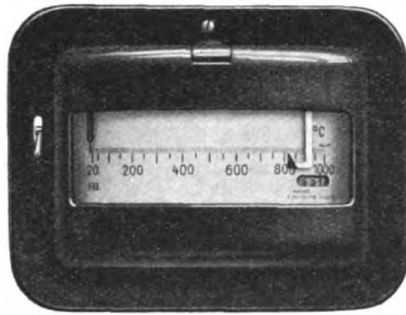


Abb. 9. Temperaturkleinregler.

Kontaktgabe erfolgt durch Quecksilber-Kippröhren bis zu einer Schaltleistung von 1,2 kVA bei max. 6 A und max. 380 V. Der Regelwert ist auf einer 130 mm langen Skala von außen beliebig einstellbar, auf der gleichzeitig die jeweilige Temperatur abgelesen werden kann. Das Meßwerk kann sowohl ein bandaufgehängtes, hochohmiges Präzisions-Drehspul-Meßwerk als auch ein spannungsunabhängiges Kreuzspul-Meßwerk sein.

Fernmeldetechnik und Rundfunk.

621. 39

Die Telefonbau und Normalzeit G.m.b.H., Frankfurt a. M., hat die Geräte für die **Speisung von Wähleranlagen** aus dem Netz weiter entwickelt. Sie zeigt u. a. ein Netzspeisegerät, das zusätzlich für kleine Nebenstellenanlagen mit Wählerbetrieb gebaut wird. Dieses Gerät ist für alle üblichen Wechselstromspannungen eingerichtet. Der Transformator liefert getrennt unter Benutzung zweier Gleichrichter den Strom für die Fortschaltung der Wähler und für die Relais sowie für die Speisung der Sprechstellen-Mikrophone. Der Strom für die Mikrophone ist vollkommen, der Strom für die Wähler und Relais im erforderlichen Maße geglättet. Außerdem liefert der Transformator den Rufstrom. — Die gleiche Firma stellt einen neuen **Reihenapparat** aus, der eine Weiterentwicklung des Fernsprechapparates Modell Maingau ist.

E. Zwietusch & Co. G.m.b.H., Berlin, zeigen unter anderem einen elektrisch angetriebenen **Zeitmesser** zum Ablesen kurzer Zeitabschnitte von 0 bis 12 min (Abb. 1), der zur Überwachung der Gesprächsdauer in den Vermittlungsplätzen der Fern- und Schnellverkehrsämter eingebaut wird. Bei Gesprächsbeginn wird der Zeitmesser durch Umlegen des in der Abbildung unten sichtbaren Schalters in Betrieb gesetzt und in Abständen von 10 s durch Gleichstromimpulse einer Hauptuhr oder eines anderen Stromstoßgebers fortgeschaltet. 10 s vor Ablauf der 3., 6., 9. oder 12. Minute leuchtet die in der Abbildung oben sichtbare Glühlampe auf, damit die Beamtin den Teilnehmer entsprechend verständigen kann. Wenn das Gespräch beendet ist, werden die Zählentrommeln durch Drücken des Rückstellknopfes unterhalb des Zahlenfensters wieder in die Nullstellung gebracht. Die Zeitmesser werden für 24 oder 60 V Betriebsspannung hergestellt.

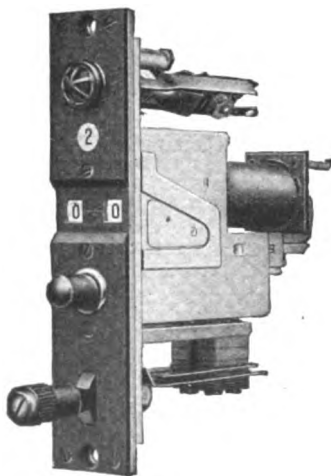


Abb. 1. Zeitmesser zum Überwachen der Gesprächsdauer.

Auch aus dem Gebiet des Rundfunks seien einige Einzelheiten erwähnt. So hat Körting-Radio (Dr. Dietz & Ritter GmbH., Leipzig) einen **Auto-Super** ausgestellt, ein Siebenröhrengerät in sehr gedrängter Bauweise mit getrenntem Lautsprecher. Das Gerät ist für 6 oder 12 V umschaltbar, hat eine Regeleinrichtung für genaue Antennenanpassung, Schwundausgleich und Störsperrung. Es wird fernbedient von einem Bedienungskopf an der Steuersäule oder im Schaltpult des Wagens, der alle wichtigen Einstellungen in sich vereinigt.

Für den Empfang in Übersee ist der neue Hochleistungs-**Übersee-Super** „Körting 10“ geschaffen worden, ein Neunröhren-Achtkreis-Gerät mit magischem Auge, drei Kurzwellenbereichen von 1,5 bis 22 MHz und einem Mittelbereich 520 bis 1500 MHz. Das Gerät ist besonders tropensicher gebaut.

Mit zahlreichen Zubehörteilen ist C. Schniewindt K.G., Neuenrade i. W., vertreten, insbesondere mit Antennenkonstruktionen. **Gemeinschaftsantennen** werden in zwei Ausführungen gezeigt: eine große für höchstens 50 Teilnehmer bei etwa 300 m Kabellänge, eine kleine für 2 bis 5 Teilnehmer und 100 m Kabel. Bei der großen Gemeinschaftsantenne wird ein auf dem ganzen Wellenbereich gleichmäßig arbeitender Hochfrequenzverstärker über ein Abschirmkabel von der auf dem Dach außerhalb des Störnebels angebrachten Senkrechtantenne gespeist und an den Ausgang dieses Verstärkers wird die zu den Teilnehmern führende Abschirmleitung angeschlossen. Die Anlage ist so bemessen, daß auch der letzte Teilnehmer eine Nutzspeisung erhält, die mindestens gleich der an dem Eingang des Verstärkers liegenden ist. Der Stromverbrauch des normalen Verstärkers beträgt nur 17 W, so daß diese Kosten praktisch nicht ins Gewicht fallen. In den Teilnehmeranschlußdosen sind Entkopplungs-Spannungsteiler angeordnet, so daß die verschiedenen Teilnehmer sich nicht stören. Bei der kleinen Gemeinschaftsantenne werden Antennen- und Empfängerübertrager verwendet, durch welche die Anpassung des Antenneninnenwiderstandes und der Empfängereingangswiderstände an den Abschirmkabel-Wellenwiderstand erreicht wird. Auf diese Weise wird die sonst auftretende Kabeldämpfung wesentlich vermindert. Zur gegenseitigen Entkopplung der Teilnehmer dienen Vorwiderstände, die auswechselbar sind, damit je nach Teilnehmeranzahl und Eingangswiderstand des Empfangsgerätes die günstigste Anpassung eingestellt werden kann. Die Anschlußdosen sind für ein Starkstrom-Unterputzsystem passend eingerichtet, so daß die Antennendose mit der Netzanschlußdose zusammen unter einer Abdeckplatte montiert werden kann; das ergibt eine saubere einheitliche Installation. — Für ihre **Stabantennen** gibt die Firma die elektrischen Gütezahlen an, um den Vergleich mit anderen Antennen zu erleichtern.

Blitzschutzgeräte zeigt Wilhelm Sihm jr., Niefem i. Baden. Unter einer regensicheren Schutzglocke sind Grob- und Feinfunknstrecke angeordnet (Abb. 2), letztere in Form

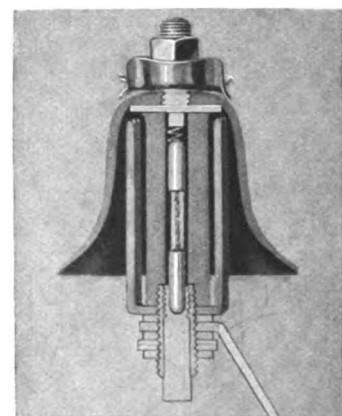


Abb. 2. Blitzschutz mit Grobfunknstrecke und Edelgaspatrone.

einer Patrone mit bei Überspannung verschmelzenden Elektroden (Ansprechspannung 350 V) oder einer Edelgaspatrone (100 V). Die Anschlußteile sind kadmiert und geben auch mit Aluminium, Nirosta usw. einen dauernden guten Kontakt.

NACHRICHTEN VON DER LEIPZIGER FRÜHJAHRSMESSE 1938.

Dauer der Messe.

Die Leipziger Frühjahrsmesse dieses Jahres beginnt am Sonntag, dem 6. März, und endet am Montag, dem 14. März. Die Mustermesse schließt am Freitag, dem 11. März.

Messedienst.

Eine Neueinrichtung der diesjährigen Frühjahrsmesse ist der sogenannte „Messedienst“ des Leipziger Meßamtes, der rund 40 amtliche, halbamtliche und kaufmännische Auskunftsstellen und Beratungsstellen zusammenfaßt, die bisher an verschiedenen Stellen der Messe untergebracht waren. So sind im „Messedienst“ vertreten verschiedene Banken, die Devisenstelle und das Landesfinanzamt, die Außenhandelsstelle, verschiedene Überwachungsstellen, Prüfungsstellen usw. Der Messedienst steht zur kostenlosen Beratung und Auskunfterteilung über Zölle, Kontingente, Ein- und Ausfuhrbestimmungen aller Länder, Devisenbestimmungen und Bankfragen zur Verfügung, er berät über die Abwicklung des Zahlungs- und Verrechnungsverkehrs mit dem Ausland, er bringt den Nachweis geeigneter Lieferanten für alle, auch die ausgefallensten Artikel und vermittelt Vertretungen aller Art. Ferner erfolgt im „Messedienst“ die Abstempelung von Aufträgen, die infolge von Sonderabmachungen (Messekontingente) Vergünstigungen genießen. Auf dem technischen Gelände stehen ebenfalls meßamtliche Auskunftsstellen und technische Dolmetscher zur Verfügung.

Sonderversanstaltungen.

8.3. (Di), 11⁰⁰, Vortragssaal des Hauses der Elektrotechnik, Vortragsveranstaltung des VDE Bezirk Nordsachsen „Elektrotechnik und Vierjahresplan“.

Vortragsfolge auf der nächsten Seite dieses Heftes.

8.3. (Di) ab 19⁰⁰, Messtreffen des VDE-Messeausschusses und der Mitglieder der VDE-Ausschüsse im „Tunnel“ (Jagdzimmer), Leipzig C I, Roßstraße 8.

11. u. 12. 3. (Fru. Sa): 14. Betriebstechnische Tagung. 9¹⁵, Vortragssaal des Hauses der Elektrotechnik (Halle 10), veranstaltet vom Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung (AWF) und der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure (ADB) mit Unterstützung des Leipziger Meßamtes. Thema: „Qualitätssteigerung durch Erhöhung der Oberflächenegüte.“

11.3. 1. „Normung und Prüfung der Oberflächenbeschaffenheit.“ Prof. Dr. G. Schmaltz.

2. „Werkstoffgefüge und Oberflächenegüte unter besonderer Berücksichtigung der Leichtmetalle.“ Dr. P. Sommer.

3. „Werkzeuge und Werkzeugmaschinen für die Feinstbearbeitung unter besonderer Berücksichtigung der Leichtmetalle.“ Dr. Günther.

12.3. 1. „Schleifmittel und ihre Prüfung.“

Dr.-Ing. A. Guilleaume.

2. „Neuzeitliche Schleifmittel.“

Dr.-Ing. W. Bauersachs.

3. „Sonderaufgaben der Schleiftechnik“

a) „Gewindeschleifen.“ Dr.-Ing. R. Rotzoll.

b) „Zahnrad Schleifen.“ Dipl.-Ing. Matter.

c) „Schleifen von Motorzylindern.“

Dipl.-Ing. Schroeder.

d) „Schleifen von Kolbenbolzen.“

Dipl.-Ing. Schroeder.

Karten zu 3 RM für einen Tag, zu 5 RM für beide Tage, sind beim AWF, Berlin W 9, Linkstr. 18, erhältlich.

Auskunftsstellen.

1. VDE.

Der Verband Deutscher Elektrotechniker hat, wie in früheren Jahren, im Hause der Elektrotechnik, Obergeschoß, Stand 88, eine besondere Auskunftsstelle.

Sie ist während der ganzen Dauer der Messe geöffnet und gibt Auskünfte nicht nur über die VDE-Vorschriften, die die Sicherheit elektrischer Anlagen und Geräte bezwecken, sondern auch über die DIN VDE-Normen, die der Normung elektrotechnischer Erzeugnisse dienen, und andere mit der

Elektrotechnik zusammenhängende Fragen. Da gerade auf dem Gebiet der Beleuchtungskörper Verstöße gegen die VDE-Bestimmungen gefunden wurden, die gelegentlich zu schweren Schäden geführt haben, wird in einer Sonderschau an dem Beispiel einer Nachttischlampe gezeigt, welche Fehler bei der Herstellung häufig gemacht werden und in welcher Weise sie leicht zu vermeiden sind.

2. ETZ-Verlag GmbH.

Die verschiedenen Ausgaben der VDE-Bestimmungen — gesammelt als „VDE-Vorschriftenbuch“, Sonderdrucke und Übersetzungen in mehrere Sprachen — werden zusammen mit dem übrigen Schrifttum des VDE — „VDE-Fachberichte“, „Elektrotechnische Zeitschrift“ (ETZ), „Archiv für Elektrotechnik“ usw. — auf dem Stand der ETZ-Verlag GmbH. im Vestibül des Hauses der Elektrotechnik ausgelegt sein. Das Organ des Verbandes Deutscher Elektrotechniker E. V., die ETZ, bringt zwei Messe-Sonderhefte heraus, Heft 9 und 10, die auch über die Messetage hinaus dem Elektrotechniker wertvolles Material bieten.

3. Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.

Die Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie hat auch in diesem Jahr wieder im Hause der Elektrotechnik, Halle 10, eine Auskunftsstelle im Stand 363.

Es werden, wie in den vorhergegangenen Jahren, wiederum Auskünfte über alle die Ausstellungsbesucher im Zusammenhang mit der Messe interessierenden Fragen erteilt, soweit die Wirtschaftsgruppe hierfür zuständig und in der Lage ist. Insbesondere werden in diesem Jahr auch alle Auskünfte erteilt werden, die mit Exportfragen mittelbar oder unmittelbar zusammenhängen.

4. Deutscher Normenausschuß.

Der Deutsche Normenausschuß, die zusammenfassende Stelle für alle Normungsarbeiten in Deutschland, ist auch auf der diesjährigen Frühjahrsmesse in Leipzig vertreten. Wie in den vergangenen Jahren ist mit dem Verein deutscher Ingenieure eine gemeinsame Auskunftsstelle in Halle 9, Obergeschoß, Stand 601/602, eingerichtet worden. Das deutsche Normenwerk, das zur Zeit über 6200 Normblätter umfaßt, liegt zur Einsichtnahme aus, desgleichen das wichtigste Schrifttum über Normung.

Neben dieser allgemeinen Auskunftsstelle werden Auskünfte über die Normen des Textilgebietes auf Stand 132 in Halle 8 und über die Normen der Elektro-Industrie auf Stand 363 im Haus der Elektrotechnik (Halle 10) erteilt.

Die Hinweisschilder mit dem Aufdruck „Wir verwenden deutsche Normen“ bzw. „Wir liefern nach deutschen Normen“, die von den Ausstellern in den letzten Jahren in steigendem Maße benutzt worden sind, werden auch diesmal wieder kostenlos zur Verfügung gestellt. Firmen, die diese Hinweistafeln auf ihrem Stand aushängen wollen, werden gebeten, die benötigte Anzahl beim Deutschen Normenausschuß, Berlin NW 7, unter Angabe von Hallen- und Standnummer anzufordern. Die Schilder werden vor Beginn der Messe unmittelbar an die Stände der Firmen ausgeliefert.

Der Messeausschuß des VDE.

Die Gesamtheit der während der Leipziger Messe im Hause der Elektrotechnik ausgestellten Erzeugnisse der deutschen Elektroindustrie bietet alljährlich Gelegenheit zu einer Übersicht, in welchem Maße die Sicherheitsvorschriften des VDE in die Praxis der Hersteller Eingang gefunden haben. Der Messeausschuß des VDE wird auch in diesem Jahr tätig sein, um auf etwaige Verstöße gegen die VDE-Vorschriften aufmerksam zu machen und die Aussteller beauftragter Ausführungen hinsichtlich der Erfüllung der VDE-Vorschriften zu beraten. Industrie, Elektrizitätsversorgung und die Gesamtheit der Stromverbraucher dürften hieraus um so größeren Nutzen ziehen, als in der zweiten Durchführungsverordnung zum Energiewirtschaftsgesetz die VDE-Bestimmungen als anerkannte Regeln der Elektrotechnik festgelegt wurden, nach denen elektrische Energieanlagen und Energieverbrauchsgeräte eingerichtet und unterhalten werden müssen.

VDE-Vortragsveranstaltung anlässlich der Leipziger Messe.

Am Dienstag, dem 8. März 1938, findet von 11⁰⁰ bis 13⁰⁰ in Leipzig auf dem Gelände der Technischen Messe im Hause der Elektrotechnik folgende Vortragsveranstaltung des VDE statt:

Elektrotechnik und Vierjahresplan.

Vortragsfolge:

1. Direktor Dipl.-Ing. R. Schneider VDE, Leiter des VDE-Bezirkes Nordsachsen: Begrüßung.
 2. Direktor Dipl.-Ing. H. Blendermann VDE, Geschäftsführer des Verbandes Deutscher Elektrotechniker: „Der VDE im Rahmen des Vierjahresplanes“.
 3. Dipl.-Ing. H. R. Heberlein VDE, Amt für deutsche Roh- und Werkstoffe: „Die Leichtmetalle als Austauschwerkstoff für Leiterwerkstoffe in der Elektrotechnik“.
 4. Oberreg.-Baurat Dipl.-Ing. F. Polenz VDE, Vorsitzender des Ausschusses im VDE für den Vierjahresplan: „Heimische Werkstoffe in der Installationstechnik“.
- Die Teilnahme an der Veranstaltung ist kostenlos.

40. Mitgliederversammlung des VDE in Köln vom 22. bis 25. Mai 1938.

Vorläufiger Zeitplan.

Sonntag, den 22. Mai.

- 18⁰⁰ Jungingenieurtreffen
Lesegesellschaft, Langgasse 8

Montag, den 23. Mai.

- 9⁰⁰ Fachberichte
Messebau
- A I Energieübertragung
 - B I Elektromaschinenbau
 - C I Meßtechnik I
 - D I Elektrophysik
 - E I Telegraphie u. Telephonie I

- 10⁰⁰ Vorstandssitzung
Rathaus, Senats-Saal

- 11³⁰ Vorstandsratsitzung
Rathaus, Hansa-Saal

- 15⁰⁰ Fachberichte
Messebau
- A II Starkstromkabel
 - B II Industrielle Antriebe
 - C II Meßtechnik II
 - D II Steuerung, Regelung u. Schutzschaltung I
 - E II Telegraphie u. Telephonie II

- 20⁰⁰ Begrüßungsabend
Große Messehalle

Dienstag, den 24. Mai.

- 9⁰⁰ Fachberichte
Messebau
- A III Schaltanlagen u. Schaltgeräte
 - B III Elektrowärme
 - C III Isolierstoffe
 - D III Steuerung, Regelung und Schutzschaltung II
 - E III Funktechnik

- 15⁰⁰ Mitgliederversammlung (Geschäftssitzung)
Gürzenich

1. Begrüßung
2. Geschäftliches
3. Vortrag

- 20⁰⁰ Gemeinsames Abendessen
Große Messehalle

Mittwoch, den 25. Mai.

Besichtigungen und Ausflüge

Veranstaltungen für Damen.

Montag, den 23. Mai.

- 9³⁰—10³⁰ Vortrag des Herrn Dr. Lempertz: „Geschichtliches über Köln“
An dem Vortrag können, soweit Platz vorhanden, auch Herren teilnehmen.

- 11⁰⁰—12³⁰ Stadtrundfahrt im Autobus

- 15³⁰—18³⁰ Heiterer Nachmittag auf der Sünder-Terrasse am Rhein

Dienstag, den 24. Mai.

- 9⁰⁰—12³⁰ Besichtigungen: Dom mit Domschatz, Haus der Rheinischen Heimat, Schnütgenmuseum.

- 14³⁰—17⁰⁰ Fahrt nach Schloß Brühl, Besichtigung des Schlosses und Parkes, Nachmittagskaffee mit Konzert.

Verband Deutscher Elektrotechniker
Der Geschäftsführer:
Blendermann

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:

- Dipl.-Ing. A. Bamberger, Berlin-Siemensstadt, Königsdamm 285f II.
Dr. E. Bräuer, Berlin-Charlottenburg 5, Kuno-Fischer-Str. 13.
Obering. R. Crämer, Berlin-Steglitz, Mariendorfer Str. 38.
Obering. L. Haag VDE, Frankfurt a. M., Eckenheimer Landstr. 281.
Dr. H. J. Hilgendorff VDE, Köln-Mülheim, Steinkopfstr. 2.
Dr.-Ing. W. Krämer VDE, Berlin-Karlshorst, Treskowallee 89.
Dipl.-Ing. K. A. Lohausen, Berlin-Oberschönnewalde, An der Wuhleheide 38.
Dipl.-Ing. O. E. Nölke VDE, Dresden-N. 23, Schützenhofstr. 92.
Ing. A. Orth VDE, Mannheim-Feudenheim, Hauptstr. 65.
Dipl.-Ing. F. Parschalk VDE, Mannheim, Meerwiesenstr. 15.
Obering. J. Sihler VDE, Spandau-Weinmeisterhöhe, Straße 3.
Dipl.-Ing. B. Wiehr, Berlin-Siemensstadt, Schuckertdamm 326.

Abschluß des Heftes: 25. Februar 1938.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE

Zuschriften sind nicht an eine persönliche Anschrift zu richten, sondern nur an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und nur mit Genehmigung des Verfassers und der Wissenschaftlichen Leitung der ETZ gestattet.

E T Z

ZWEITES MESSEHEFT

HERAUSGEGEBEN IN GEMEINSCHAFT MIT
DEM HAUS DER ELEKTROTECHNIK E. V.
ZUR LEIPZIGER FRÜHJAHRSMESSE 1938

59. Jahrgang • Heft 10

10. März 1938

Inhalt:

	Seite
Heimische Werkstoffe in der Installationstechnik.	
Von F. Polenz VDE	249
Magnesiumlegierungen in der Elektroindustrie.	
Von F. Panzer	255
Stoffersparnis und Stoffaustausch bei Elektrowärme- geräten. Von L. Nawo	258
Der Umkehrfernschalter und die damit verbundene Installationsweise. Von F. Lucan	261
Neue Wege im Bau von Hochleistungspatronen.	
Von F. Driescher VDE	264

Nachrichten aus der Industrie

Installationstechnik	267
Antriebstechnik, Elektrowerkzeuge	269
Relais und Relaisprüfgeräte	271
Lichttechnik	272
Meßtechnik	273
Werkstoffe	276
Verschiedenes	278

Verbandsteil

VDE: Neu erschienene VDE-Arbeiten. Über- setzungen von VDE-Arbeiten	279
VDE-Bezirke. Bezirk Berlin-Brandenburg: Fach- versammlung. Arbeitsgemeinschaften der Jung- ingenieure	279
Sitzungskalender	280

Verschiedenes

Messekundgebung der Technik in Leipzig	280
Erfolge der deutschen Elektroindustrie auf der Internationalen Ausstellung in Paris 1937	280
Persönliches: H. Vahl †	280
Berichtigung	280



Firmen-Verzeichnis

zu den in diesem Heft enthaltenen Anzeigen

	Seite
Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin NW 40	3. U.-S., 23, 34, 37, 39, 45
Bär, Carl, Ingenieur, Schalksmühle i. Westf.	22
Barthel, Gustav, Dresden-A 21	42
Baugatz, Ludwig, Kondensatorenfabrik, Berlin-Neukölln	2. U.-S.
Baumgartner, Franz, Köln-Klettenberg	22
Baumüller, Adam, Elektrogroßhandlung, Nürnberg-O. . .	52
Berges, C. & W., Maschinenfabrik, Marienheide (Rhld.)	50
Birka Regulator G. m. b. H., Berlin-Wannsee	52
Brown, Boveri & Cie., A.-G., Mannheim	4. U.-S.
Calor-Emag Elektrizitäts-A.-G., Ratingen b. Duisburg	2. U.-S.
Conz Elektrizitäts-Gesellschaft m. b. H., Altona-Bahrenfeld	8
Cruse, Gebr., & Co., Dresden-N 30	44
Daubenspeck, Fritz, Weinhandlung, Oberwesel a. Rh. . .	52
Deutsche Vacuumapparate Dreyer & Holland-Merten G. m. b. H., Sangerhausen	38
Dominitwerke A.-G., Dortmund	17
Eisenstuck, Paul, G. m. b. H., Leipzig S 3	10
Elektro-Isolier-Industrie Wahn, Wilhelm Ruppert, Wahn/Rhld.	51
Elektrotechnische Fabrik Weber & Co., Komm.-Ges., Kranichfeld, Thür.	45
Engel, Ing., E. u. Fred., Wiesbaden	52
Fein, C. u. E., Stuttgart	52
Felten & Guillaume Carlswerk A.-G., Köln-Mülheim . .	1
Froitzheim & Rudert, Berlin-Weißensee	20
Genzsch & Heyse AG., Hamburg 22	52
Görler, J. K., G. m. b. H., Berlin-Charlottenburg 1 . . .	5
Gossen, P. & Co., Komm.-Ges., Erlangen	39
Gräbner & Co., Triptis i. Thür.	22
Grefe, Ludwig, Maschinenfabrik, Lüdenscheid i. Westf. .	42
Hagenuk Hanseatische Apparatebau-Gesellschaft Neufeldt & Kuhnke G. m. b. H., Kiel	38
Hartmann & Braun A.G., Frankfurt a. M.-West	30
Heidolph, Hans, Schwabach	44
Heliogen Elektrotechn. Fabrik, Herm. Pawlik G. m. b. H., Bad Blankenburg i. Thür.	19
Hellermann, Paul, Hamburg 5	44
Hermisdorf-Schomburg-Isolatoren G. m. b. H., Hermisdorf, Thür.	33
Hönnecke, Martin, Leipzig C 1	51
Hofmann, J. Wilh., Radebeul b. Dresden	10
Holländische Draht- und Kabelwerke A.G., Amsterdam	52
Hoppmann & Mulsow, Hamburg 19	4
Horn, Guido, Maschinenfabrik, Berlin-Weißensee . . .	47
Isabellen-Hütte Heusler, K.-G., Dillenburg/Hess. . . .	51
Isola-Werke A.G., Birkesdorf-Düren (Rhld.)	32
Jahre, Richard, Berlin SO 16	47
Kabelwerk Vacha Akt.-Ges., Vacha (Rhön)	46
Kammerer, Fr., A.G., Doubléfabrik, Pforzheim	36
Keller & Knappich G. m. b. H., Augsburg	18
Klöckner, F., K.-G., Köln-Bayenthal	31
Knorr-Bremse A.G., Berlin O 112	2
Koch, F. C., Hohenlimburg-Elsey i. W.	4
Koch & Sterzel A.G., Dresden-A.	35
Kostal, Leopold, Lüdenscheid	44
Krenzler, Emil, Maschinenfabrik, Wuppertal-Barmen . .	20
Krupp, Fried., Germaniawerft, Kiel	41
Langbein-Pfanhauser-Werke A.G., Leipzig O 5	3
Lange, Dr. B., Berlin-Dahlem	4
Levy, Dr. Max, G. m. b. H., Berlin N 65	13
Lindner & Co., Jecha-Sondershausen	41
Mako & Vacuumtrockner G. m. b. H., Erfurt	52
Mauz & Pfeiffer, Stuttgart-Botnang	43
Meissner, Arthur, Potsdam	42
Metrawatt Aktiengesellschaft, Nürnberg-O.	16
Metzenauer & Jung, Wuppertal-Elberfeld	11
Minimax A.G., Berlin NW 7	50
Möller, Conrad, Fahrzeugbau, Berlin-Tempelhof . . .	40
Blei- und Zinnwerk Morgenstern, Hugo, Dresden A 29 .	52
Muth & Co., Nürnberg-O.	44

Neumann, E., Hochspannungs-Apparate, G. m. b. H., Berlin-Charlottenburg 5	17
New York Hamburger Gummi-Waaren-Comp., Hamburg	42
Niedergesäß & Co., Berlin W 35	36
Nowack, Aug., Akt.-Ges., Bautzen, Sa.	12
Nürnberger Schraubenfabrik, G. m. b. H., Nürnberg-W.	38
Osnabrücker Kupfer- u. Drahtwerk, Osnabrück	6
Osram G. m. b. H., Komm.-Ges., Berlin O 17	29
Paratect Gesellschaft Martin u. Dr. Kropfhammer, Bors- dorf b. Leipzig	52
Günther Wagner Pelikan-Werke, Hannover	52
Pfeiffer, Arthur, Wetzlar	21
Pfisterer, Karl, Stuttgart-Untertürkheim	18
Pintsch, Julius, K.-G., Berlin O 17	12
Poetter & Schütze G. m. b. H., Essen-Rellinghausen	51
Porzellanfabrik zu Kloster Veilsdorf, Veilsdorf a. Werra	14
Pressler, Rudolf, Werkstätten für elektr. Vakuumröhren, Cursdorf/Thür. Wald	52
Purmann, Max, Schaltapparatebau, Düsseldorf-Grafen- berg	20
„Reo“ Boris von Wolff, Berlin-Neukölln	51
„Rheostat“ Spezialfabrik elektr. Apparate Edmund Kussi G. m. b. H., Dresden-N 23	16
Ringsdorff-Werke K.-G., Mehlem a. Rhein	36
Ruhstrat, Gebr., A.-G., Göttingen	8
Ruttloff, Adolf, München 38	44
Sachsenwerk Licht- u. Kraft A.G., Niedersedlitz, Sachs.	7
Schaaf, Richard, Kranichfeld i. Thür.	47
Schiele Industriewerke, Inh. Franz Schiele, Hornberg (Schwarzwaldbahn)	Titelseite
Schiffmann, A., München 2 M.	43, 47
Schlothauer, C. & F., G. m. b. H., Ruhla i. Thür.	16
Schmid & Wezel, Maulbronn (Wttbg.)	36
Schoeller & Co., G. m. b. H., Frankfurt a. M.-Süd	18
Schoeller & Hoesch, Gernsbach (Bad.)	22
Schröder-Apparate, K.-G., Feuerbach-Stuttgart	14
Schumann & Co., Weinböhla, Bez. Dresden	42
Seehase, Dr.-Ing., Berlin SO 36	52
Seidel, C. W., Radebeul 2/e	42
Siemens-Schuckertwerke A.-G., Berlin-Siemensstadt 24, 25, ...	26
Siemens & Halske A.G., Wernerwerk, Berlin-Siemens- stadt	27, 28
Speichert, Max, Metallschmelzwerk, Berlin-Niederschöne- weide	51
Spengler, Otto, Schiefer-Industrie, Möllensee über Straus- berg 2	44
Stabilovolt G. m. b. H., Berlin SW 68	3
Steatit-Magnesia A.G., Hohenbrunn Oberfr. u. Lauf, Berlin-Pankow	10
Steatit-Magnesia A.G., Dralowid-Werk, Teltow b. Berlin Stock, Franz, Maschinen- u. Werkzeugfabrik, Berlin-Neu- kölln	45
Strüver, Ad., Aggregatebau, Hamburg 36	20
Süddeutsche Elektrohandels-Ges. Gebr. Neher, Stuttgart- Münster	52
Sursum Elektrizitäts-Ges. Leyhausen & Co., Nürnberg-O.	38
Telefonbau u. Normalzeit G. m. b. H., Frankfurt a. M.	43
Thermo-Mecano-Gesellschaft für Heizungs- u. Wider- standsbau m. b. H., Düsseldorf	40
Transformatoren- und Apparate-Fabrik Nürnberg, Hans Magnus, Nürnberg-S.	4
Ullmann, Wilh., & Co., Leipzig N 24	44
Vahle, Ing. Paul, K.-G., Dortmund	40
Vereinigte Deutsche Metallwerke A.G., Zweignieder- lassung Basse & Selve, Altena (Westf.)	52
Vereinigte Farbwerke A.G., Düsseldorf	39
Vereinigte Silberhammerwerke Hetzel & Co., Nürnberg-N.	42
Voigt & Haeffner A.-G., Frankfurt a. M.-Ost	45
Vorwerk & Sohn, Wuppertal-Barmen	15, 19
Westinghouse Cooper Hewitt G. m. b. H., Berlin SO 36	52
Winterfeldt, Franz, Blech- u. Eisenbau, Berlin-Tempelhof	21
Wunderle, J. Ed., Mainz-Kastel	43
Zähler-Revision Michael Schneider, München 12	52
Zahnradfabrik Friedrichshafen A.G., Friedrichshafen a. Bodensee	14
Zeh, Wilhelm, Freiburg i. Bad.	23
Ziehl-Abegg Elektrizitäts-Gesellschaft m. b. H., Berlin- Weißensee	18

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

59. Jahrgang

Berlin, 10. März 1938

Heft 10

Heimische Werkstoffe in der Installationstechnik.

Von Fritz Polenz VDE, Berlin*).

620. I : 621. 3

Zu allen Zeiten ist der Werkstoff von bestimmendem Einfluß auf das technische Schaffen der Menschheit gewesen. Es ist keine Zufälligkeit, daß ganze Epochen der kulturellen Entwicklung den Namen derjenigen Werkstoffe tragen, die dem technisch schaffenden Menschen für die Gestaltung seiner Gerätschaften zur Verfügung standen. Wenn wir von einer Steinzeit, einer Bronzezeit usw.

sprechen, so erkennen wir damit die richtunggebende Bedeutung an, den diese Werkstoffe auf den technischen Gestaltungswillen jener Epochen gehabt haben. Bei der Betrachtung der technischen Erzeugnisse aber stellen wir fest, wie die technologischen Eigenschaften der Werkstoffe die Technik in ganz bestimmte konstruktive Formen gezwungen haben; sei es das Steinbeil des Urzeitmenschen, sei es der Wurfspieß des primitiven Naturvolkes, überall sehen wir, wie sich in diesen Fällen mit naturgesetzlicher

Folgerichtigkeit ein Vorgang vollzogen hat, den wir heutzutage mit dem Ausdruck „werkstoffgerechte Gestaltung“ bezeichnen.

Wenn wir nun heute die Forderung nach werkstoffgerechten Konstruktionen immer wieder ausdrücklich erheben müssen und damit offenbar zugeben, daß dieser Grundforderung oftmals nicht entsprochen wird, so liegt das zweifellos nicht zuletzt daran, daß im Gegensatz zu früheren Epochen die heutige Technik mit ihren zu einer hohen Vollkommenheit entwickelten Verarbeitungsverfahren auch in die Versuchung führen kann, dem Werkstoff im wörtlichsten Sinne „Gewalt anzutun“, das heißt ihn für Zwecke auszunutzen, die seiner Eigenart kaum oder überhaupt nicht entsprechen. Die Folgen eines solchen Vorgehens machen sich dann auch stets durch das Versagen der betroffenen Konstruktion unangenehm bemerkbar.

Die Gefahr der falschen Anwendung von Werkstoffen ist immer dann groß, wenn der Konstrukteur ohne ge-

nügende Kenntnis der Werkstoffeigenschaften an die Arbeit geht. Die heutige Zeit, die uns eine Fülle neuer Werkstoffe bietet, ist an solchen Gefahren daher besonders reich, und der Konstrukteur muß sich mehr denn je der großen Verantwortung bewußt sein, die er der Allgemeinheit gegenüber trägt. Gleichzeitig soll er aber auch seiner glücklichen Lage eingedenk bleiben, die Reihe der her-

gebrachten Stoffe durch eine Vielzahl neuer Werkstoffe ergänzt und erweitert zu sehen, die ihm für sein gestaltdes Schaffen ganz neuartige Möglichkeiten erschließen.

Das gilt insbesondere auch für die Kunststoffe, die z. Z. unter den heimischen Werkstoffen eine bedeutende Rolle spielen. Es ist kennzeichnend für diese Stoffe, daß sie nicht so sehr aus dem Wunsch heraus entstanden sind, einen Ersatz für die bisher bekannten

Werkstoffe, das heißt also eine Nachahmung dieser Werkstoffe zu bieten, son-

dern sie stellen fast ausschließlich wirklich „neue“ Werkstoffe mit einem gänzlich neuartigen technischen Verhalten dar. Dieses Verhalten bei der Gestaltung technischer Erzeugnisse zu erkennen und bestens auszunutzen, bedeutet daher nichts anderes als technische Wirkungen zu erzielen, die ebenso neuartig und kennzeichnend sind wie die Stoffe selbst. Das Ergebnis aber solcher Bemühungen in ihrer Gesamtheit führt die deutsche Technik in ein neues Zeitalter hinein, das wir als das „Zeitalter der heimischen Werkstoffe“ bezeichnen können.

Es ist stets abwegig, über die Güte eines Werkstoffes an sich im Vergleich zu einem andersartigen Werkstoff streiten zu wollen. Werkstoffe an sich und ihre Eigenschaften haben in der Regel für den Nutznießer technischer Erzeugnisse nur eine untergeordnete Bedeutung. Was der allgemeinen Beurteilung hinsichtlich der Güte unterliegt, ist vielmehr in erster Linie das technische Erzeugnis, das aus den Werkstoffen entsteht, und es wird stets dasjenige Erzeugnis die günstigste Beurteilung erfahren, welches aus solchen Werkstoffen aufgebaut ist,

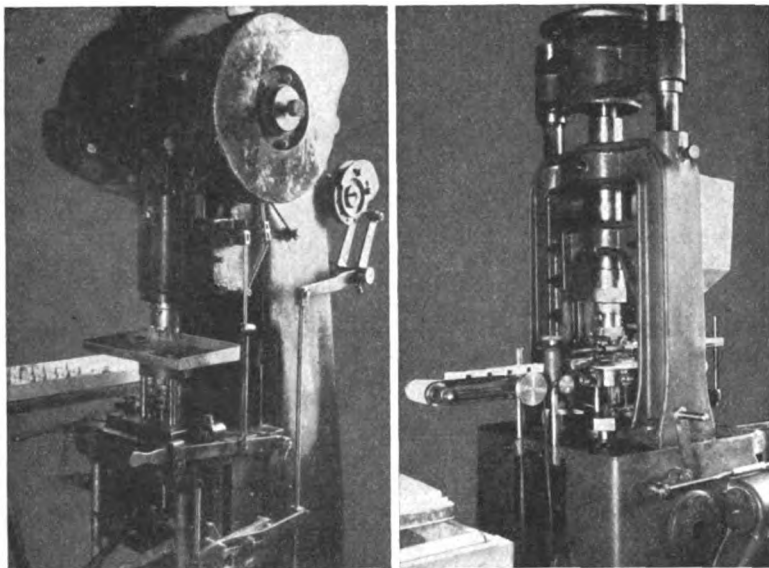


Abb. 1. Trocken- und Naßpreßautomaten für keramische Teile.

*) Gekürzte Wiedergabe des im „Haus der Elektrotechnik“, Leipzig, am 8. 3. 1938 gehaltenen Vortrages.

die seiner praktischen Verwendung am besten entsprechen, wobei allerdings vorausgesetzt werden muß, daß die konstruktive Gestaltung den besonderen Eigenschaften des gewählten Werkstoffes Rechnung trägt.

Jeder Werkstoff fordert seine eigene konstruktive Behandlung, und auch die heimischen Werkstoffe sind davon nicht ausgenommen. Tritt uns also bei technischen Erzeugnissen ein neuer Werkstoff entgegen, so werden wir sie daraufhin zu beurteilen haben, ob dieser Werkstoff hier am richtigen Platz ist; trifft dies aber zu, dann handelt es sich nicht um einen „Ersatz“ des bisher verwendeten Stoffes, sondern um eine zweckentsprechende Lösung der bisherigen technischen Aufgabe mit neuen Mitteln. In den meisten Fällen wird dabei die konstruktive Anpassung an den neuen Werkstoff mehr oder weniger augenfällig in die Erscheinung treten, und der Gegenstand wird in seiner veränderten Gestalt dem Zweck ebenso dienen, wie die bisher gewohnte Ausführung. Darüber hinaus aber wird sich bei geschickter Ausnutzung der Werkstoffeigenschaften der Verwendungszweck oft noch besser erfüllen lassen als bisher, ganz abgesehen davon, daß ein neuer Werkstoff zuweilen auch vollkommen neue Möglichkeiten zur Lösung von Aufgaben bietet.

Die Installationstechnik benutzt von jeher eine Reihe von Werkstoffen, die als heimische Stoffe anzusprechen sind, aber der jüngsten Zeit blieb es vorbehalten, entsprechend den richtunggebenden Forderungen des

Vierjahresplanes auch auf diesem technischen Gebiete einen verstärkten Einsatz der heimischen Werkstoffe durchzuführen, und

zwar auch durch ihre Verwendung in vielen Fällen, in denen man zuvor ausschließlich devisengebundene Rohstoffe benutzte. Insbesondere erkennt man auch, wie durch zweckentsprechende Formgebung eine früher zuweilen beobachtete Vergeudung von Werkstoffen durch Vermeiden jedes unnötigen Aufwandes beseitigt wird, ein Umstand, der nicht zuletzt in wirtschaftlicher Beziehung bedeutungsvoll ist.

Die in der Installationstechnik üblichen Werkstoffe kann man in drei Hauptgruppen einteilen: die erste Gruppe umfaßt ausschließlich metallische Werkstoffe, die als Leiter die spannungsführenden Teile der Anlage bilden; die zweite Gruppe bilden die Isolierstoffe, die ihrer Zweckbestimmung entsprechend sämtlich nichtmetallisch sind; in der dritten Gruppe kann man die Baustoffe für den mechanisch-konstruktiven Aufbau der Anlagenteile zusammenfassen, die je nach den gestellten Anforderungen metallischer oder nichtmetallischer Natur sind. Diese grundsätzliche Unterteilung schließt indessen nicht aus, daß ein und derselbe Werkstoff auch die in zwei verschiedenen Gruppen gekennzeichneten Aufgaben gleichzeitig erfüllen kann, daß also beispielsweise der mechanische Aufbau eines Installationsgerätes aus Isolierpreßstoff gleichzeitig die Isolierung spannungsführender Teile übernimmt.

Von einer eingehenden Erörterung der in der ersten Gruppe zusammengefaßten Leiterwerkstoffe unter dem Gesichtspunkt der Verwendung heimischer Werkstoffe kann hier abgesehen werden, da diese Fragen an

anderer Stelle¹⁾ ausführlich behandelt werden. Es sei nur darauf hingewiesen, daß z. B. die angestrebte Einführung von Aluminium als Leiterwerkstoff in der Installationstechnik die Konstruktion von Installationsgeräten vor eine Reihe neuer Aufgaben gestellt hat²⁾. Hier ist besonders die Frage des Leitungsanschlusses bei Klemmverbindungen zu erwähnen, für die bereits erfolgversprechende Lösungen vorliegen. Nach eingehenden technisch-wissenschaftlichen und praktischen Untersuchungen sind unlängst durch die zuständigen Stellen des VDE die Richtlinien für die Beurteilung von Klemmverbindungen für den Anschluß von Aluminium-Installationsleitungen verabschiedet worden, so daß nunmehr auch die Möglichkeit besteht, die verschiedenen Konstruktionen nach anerkannten Richtlinien einheitlich auf ihre Sicherheit zu prüfen³⁾.

Was die an zweiter Stelle genannten isolierenden Stoffe anbetrifft, so erscheint eine weitere Unterteilung für die Zwecke der Isolierung von Leitungen einerseits und für die Isolierteile der eigentlichen Installationsgeräte andererseits zweckmäßig. Das Gebiet der Isolierstoffe für

Leitungen soll hier auch nur kurz gestreift werden. Der Austausch des devisengebundenen Kautschuks durch Buna und andere neuzeitliche synthetische Stoffe befindet sich in voller Entwicklung, die zu berechtigten Hoffnungen Anlaß gibt. Die auf diesem Gebiet inzwischen gemachten Erfahrungen haben zur Einleitung betriebmäßiger Erprobungen im größeren Rahmen geführt, deren Ergebnisse z. Z. im einzelnen noch nicht vorliegen⁴⁾.

Als Isolierstoffe für die Installations-

geräte kommen hauptsächlich die keramischen und die Kunstharz-Preßstoffe in Frage. Beide Stoffgruppen sind als typisch heimische Werkstoffe anzusprechen und verdienen daher besondere Beachtung. Es darf hier festgestellt werden, daß sowohl die keramischen als auch die Kunstharzstoffe schon immer zu den bevorzugten Baustoffen für Installationsgeräte gehören, ja daß diese Stoffe nicht zuletzt gerade der Installationstechnik zu einem beachtlichen Teile ihre Entwicklung verdanken, die dann später auch anderen technischen Anwendungsgebieten zugute gekommen ist. So traf die Verkündung des Vierjahresplanes den Konstrukteur von Installationsgeräten nicht ganz unvorbereitet, und der Forderung, eine möglichst weitgehende Umstellung auf heimische Werkstoffe vorzunehmen, konnte daher alsbald entsprochen werden.

Unter der Bezeichnung „keramische Werkstoffe“ ist eine große Zahl von Stoffen mit spezifischen Eigenschaften für die verschiedensten Anwendungszwecke zusammengefaßt⁵⁾. Einen guten Überblick über das ganze Gebiet der Verwendung für elektrotechnische Zwecke bietet die „Eigenschaftstafel keramischer Werkstoffe“⁶⁾. Für die

¹⁾ Vortrag Heberlein im „Haus der Elektrotechnik“, Leipzig, am 8. 3. 1938; erscheint demnächst in der ETZ.

²⁾ Vgl. a. S. 267 dieses Heftes.

³⁾ ETZ 59 (1938) S. 157.

⁴⁾ ETZ 59 (1938) S. 155; ferner Nowak, Kunststoffe im Kabel- und Leitungsbau, ebenda S. 174, und Roellig, Buna in der Kabeltechnik, ebenda S. 172.

⁵⁾ E. Albers-Schönberg, ETZ 58 (1937) S. 474.

⁶⁾ ETZ 56 (1935) S. 915.



Abb. 2. Verglüt-Dreherel.

Zwecke der Installationstechnik kommen hauptsächlich die Stoffe der Gruppe I c [als Preßporzellan⁷⁾], der Gruppe II [als Preßsteatite⁸⁾] und der Gruppe IV [als funken- und lichtbogensicherer Stoff] in Betracht. Die Eigenschaftstafel enthält eine Reihe mechanischer und elektrischer Eigenschaftswerte, die dem Konstrukteur die Auswahl des jeweils in Frage kommenden Stoffes erleichtern. Die Erfordernisse der Praxis haben aber bereits eine weitere Ausgestaltung dieser Übersicht als notwendig erscheinen lassen. Um diesen Bedürfnissen zu entsprechen, werden z. Z. die Vorbereitungen für eine Erweiterung der Eigenschaftstafel getroffen; die bevorstehende Neuausgabe wird noch weitere Eigenschaftswerte enthalten und dadurch eine noch eingehendere Kennzeichnung der einzelnen Stoffe ermöglichen.

Der besondere Vorteil keramischer Stoffe liegt in ihrer Unangreifbarkeit durch oxydierende Einflüsse, wie sie z. B. beim Entstehen von Schaltfunken auftreten; sie sind daher als unbedingt kriechnstromfest anzusprechen. Dagegen ist etwa auftretenden raschen Temperaturwechseln besondere Beachtung zu schenken, denen gegenüber die keramischen Stoffe wegen ihrer verhältnismäßig großen Wärmedehnung im allgemeinen empfindlich sind. In solchen Fällen sind die Stoffe der Gruppe IV am Platze, die sich durch eine kleine Wärmeausdehnungsziffer auszeichnen und infolgedessen auch große plötzliche Temperaturänderungen ertragen, ohne zu zer springen; diese Stoffe werden daher vorzugsweise z. B. für Funkenschutzkammern u. ä. verwendet.

Für alle keramischen Massen ist typisch, daß ihre Formgebung im plastischen Zustande erfolgt. Die verformte Masse enthält zunächst nur die Ausgangsrohstoffe, während sich der eigentliche Werkstoff erst durch die physikalisch-chemischen Vorgänge während des Brennens der Formteile bildet. Dieser Vorgang sowie das in den meisten Fällen vorausgehende Trocknen ist stets mit einer verhältnismäßig großen Schwindung verbunden. Das eigentliche Problem in der Fertigung besteht daher darin, die durch das Schwinden bedingten großen Maßänderungen so zu beherrschen, daß dennoch eine ausreichende Maßhaltigkeit des fertigen Stückes erzielt wird. Für den Konstrukteur aber ergibt sich daraus die Notwendigkeit, möglichst große Fertigungstoleranzen zuzugestehen und diese Toleranzen bei der Konstruktion entsprechend zu berücksichtigen. Wo besondere Maßgenauigkeit gefordert werden muß, bietet die deutsche Speckstein-Industrie in den Steatitmassen einen geeigneten Werkstoff mit ausgezeichneten Festigkeitseigenschaften. Die diesen Massen eigentümliche geringere Schwindung gestattet das Einhalten engerer Fertigteiltoleranzen als beim Porzellan. Auf die Möglichkeit, durch Nachbearbeitung der fertig gebrannten Teile die Maßgenauigkeit praktisch beliebig zu steigern, sei hier der Vollständigkeit halber hingewiesen; mit Rücksicht auf die dadurch eintretende Verteuerung

wird ein solches Verfahren aber auf Ausnahmefälle beschränkt bleiben müssen, zumal die ohne Nachbearbeitung erzielbare Genauigkeit für die Zwecke der Installationstechnik im allgemeinen ausreicht.

Verformt werden keramische Massen je nach der Beschaffenheit der Masse und der Gestalt des herzustellen- den Stückes durch Drehen, Gießen, Pressen oder Strangpressen. Für die Teile des Installationsgerätes kommen vornehmlich Preßverfahren oder Gießverfahren in Frage. Die vielseitigsten Möglichkeiten bietet das Preßverfahren unter Zuhilfenahme von Stahlmatrizen; neben dem in der Porzellanverarbeitung allgemein üblichen Naßpreßverfahren, bei dem die mit Wasser und Öl aufbereitete Masse den Hohlraum der Matrize unter dem Druck des Stempels ausfüllt, wird für gewisse feinkeramische Werkstoffe, insbesondere der Steatitgruppe, die sogenannte Trockenpressung angewendet, sofern man nicht mit Rücksicht auf besondere Gestaltung oder Abmessungen des Stückes zur Naßpressung greifen muß. Die Trockenpressung arbeitet ohne Zusatz von Öl und Wasser. Hierdurch fällt der sonst

vor dem Brennen notwendige Trockenvorgang und der damit verbundene Anteil der Gesamtschwindung fort. Beispielsweise wird die Gesamtschwindung von Steatitmassen bei der Anwendung des Trockenpreßverfahrens von rund 15 % auf 8 % herabgesetzt und so die bereits erwähnte größere Maßhaltigkeit des Fertigteils ermöglicht. Das Preßverfahren gestattet eine vollselbsttätige Fertigung (Abb. 1), was für die Bewältigung großer Stückzahlen von Bedeutung ist.

Zur Erzielung einer guten Maßhaltigkeit benutzt man seit einigen Jahren noch ein besonderes Herstellungsverfahren, bei dem die halbfertigen Stücke im verglühten Zustande zwischenbearbeitet werden. Hierzu werden die aus der rohen Masse vorgeformten Stücke zunächst vorgebrannt, wodurch sie eine solche Festigkeit erhalten, daß sie sich ähnlich wie Metall mit Werkzeugen aus Sonderstahl bearbeiten, also z. B. bohren, drehen, fräsen und mit Gewinde versehen lassen (Abb. 2). Die maßliche Bearbeitung wird also erst dann vorgenommen, wenn sich der größte Anteil der Gesamtschwindung bereits ausgewirkt hat. Danach werden die Stücke im Glattbrande fertiggestellt, wobei nun die restliche geringere Schwindung die genauere Einhaltung der Fertigmaße gestattet. Ein besonderer Vorteil des Verfahrens liegt noch darin, daß man es für die Erzeugung geringerer Stückzahlen verwenden kann, bei denen die Anfertigung der teuren Stahlmatrizen unwirtschaftlich wäre. Ebenso gestattet es, in kurzer Zeit einige Handmuster herzustellen, was unter Umständen für die Abkürzung der Entwicklungszeit eines Gerätes von Bedeutung sein kann.

Die im vorstehenden aufgezeigte Vielseitigkeit der keramischen Stoffe (vgl. a. Abb. 3) sowohl bezüglich ihrer technologischen Eigenschaften als auch bezüglich ihrer Verarbeitungsmöglichkeiten machen sie zu einem wertvollen Werkstoff der Elektrotechnik. Sie sind nicht nur nach ihrer stofflichen Zusammensetzung als rein deutsche Werkstoffe anzusprechen, sondern sie verdanken auch ihre Entstehung dem deutschen Erfindergeist.



Abb. 3. Keramische Teile für Installationsgeräte.

⁷⁾ W. Weicker, ETZ 54 (1933) S. 545. Ferner zu diesem Abschnitt noch die einschlägigen Vorträge aus dem Buch Vieweg, Elektrotechnische Isolierstoffe; Verlag Julius Springer, Berlin 1937.

⁸⁾ Vieweg, wie Fußnote 7.

Die zweite als Isolierstoff wichtige Gruppe bilden die auf der Basis der Kunstharze hergestellten gummifreien nichtkeramischen Isolierpreßstoffe. Diese Werkstoffe, die, wie schon ihr Name sagt, vorzugsweise für Isolierzwecke in der Elektrotechnik entstanden sind, haben in der heutigen Zeit bereits eine so allgemeine Bedeutung für die gesamte Technik erlangt, daß an dieser Stelle davon abgesehen werden kann, auf ihre Entstehung und ihre Verarbeitung im einzelnen einzugehen. Mit den keramischen Stoffen haben sie gemeinsam, daß die Verformung der Ausgangsmasse in Preßformen erfolgt. Der grundsätzliche Unterschied liegt aber darin, daß bei den heute vorwiegend verwendeten warmgepreßten Kunstharz-Preßstoffen die Überführung der Masse in den Fertigzustand nicht außerhalb der Preßform in einem besonderen Arbeitsgang, sondern gleichzeitig während des Preßvorganges in der Form selbst erfolgt. Hierin liegt der große Vorteil einer ausgezeichneten Maßgenauigkeit, die die Anwendung kleiner Toleranzen in der Konstruktion erlaubt. Eine weitere Annehmlichkeit bietet das Einpressen von Metallteilen, von der besonders bei Installationsgeräten gern Gebrauch gemacht wird. Da der gesamte Preßvorgang je nach den Abmessungen des Teiles nur wenige Minuten dauert, ergibt sich eine vergleichsweise zu keramischen Teilen sehr große Fertigungsgeschwindigkeit.

Wie bereits eingangs betont wurde, besteht besonders bei neuartigen Werkstoffen — und als solche sind die Kunstharz-Preßstoffe anzusehen — die Gefahr von Fehlkonstruktionen infolge unzureichender Werkstoffkenntnisse. Um dieser Gefahr zu begegnen, wurde für die Kunstharz-Preßstoffe das Normblatt DIN 7701 geschaffen, das im wesentlichen die bis jetzt vorliegenden gesicherten Erkenntnisse über Eigenschaften und Prüfung enthält und das daher zu der vorher erwähnten Eigenschaftstafel der keramischen Stoffe in Parallele gesetzt werden kann. Bei der Einführung der Isolierpreßstoffe in neue Anwendungsgebiete wird sich der Konstrukteur dieses Normblattes bedienen; er muß sich dabei jedoch darüber klar sein, daß es in seiner jetzigen Form nur einen ersten Anhalt über die Eignung des Preßstoffes für den beabsichtigten neuen Verwendungszweck bieten kann. — Eine Ergänzung des Normblattes im Hinblick auf die elektrischen Eigenschaften und Prüfungen sowie die in der Elektrotechnik auch verwendeten kaltgepreßten und nicht als „Kunstharz“ zu bezeichnenden Kunststoffe bilden die „Leitsätze für die Prüfung nichtkeramischer, gummifreier Isolierpreßstoffe“ (VDE 0320).

Den fortschreitenden Erkenntnissen auf diesem Gebiet, die sich aus der technisch-wissenschaftlichen Erforschung der Isolierpreßstoffe ergeben, wird auch das Normblatt folgen und so den praktischen Bedürfnissen immer besser entsprechen können. Daß sich hier eine sehr lebhaft entwickelte Entwicklung vollzieht, geht daraus hervor, daß das Normblatt DIN 7701, welches erstmalig im November 1936 herausgegeben wurde, binnen kurzem in einer wesentlich erweiterten Form neu erscheinen wird. Die Veranlassung für eine Neubearbeitung war einmal dadurch gegeben, daß man die Angaben über die Werkstoffeigenschaften auf Grund unlängst abgeschlossener Untersuchungen sowohl hinsichtlich des mechanischen als auch des thermischen Verhaltens vervollständigen konnte⁹⁾; zum anderen hatte die Entwicklung neuer Preßmassen einige für die Praxis wichtige Stoffe hervorgebracht, die im Normblatt mit efaßt werden sollen.

So wird in Zukunft neben der Schlagbiegefestigkeit der Begriff der Kerbzähigkeit erscheinen, der einen Anhalt über die Zähigkeit bzw. „Sprödigkeit“ der Stoffe bietet. Ferner werden auch neben den bisherigen Angaben der Wärmefestigkeit nach Martens noch die zulässigen Höchsttemperaturen bei dauernder sowie bei kurzzeitiger Wärmebeanspruchung verzeichnet sein.

Die Reihe der durch das Normblatt erfaßten Stoffe wird ebenfalls eine beachtliche Bereicherung erfahren: Die Aufteilung des bisherigen Typs 1 in zwei neue Typen 1₁ (Gesteinsmehl als Füllstoff) und 1₂ (Asbestfaser als Füllstoff) läßt den Unterschied in der Kerbzähigkeit bei sonst gleicher Beschaffenheit deutlich hervortreten und weist darauf hin, daß der Asbest dort vermeidbar ist, wo die mechanischen Beanspruchungen, z. B. durch entsprechende Formgebung, gering gehalten werden können. Der bisher mit T bezeichnete Typ eines mit Textilschnitzeln gefüllten Preßstoffes wird als Typ T₂ neben den mit T₁ bzw. T₃ bezeichneten Massen erscheinen, die durch Füllung mit kurzen textilen Fasern bzw. mit Textilgewebestoffen gekennzeichnet sind. Hierdurch wird einmal eine bessere Ausnutzung der textilen Abfallstoffe erreicht, zum anderen aber den Fortschritten der Preßstofftechnik in Richtung hochwertiger Isolierpreßteile Rechnung getragen. Dies gilt insbesondere auch für die neuen Typen Z₁, Z₂, Z₃, mit denen die in letzter Zeit durchgebildeten zellstoffgefüllten Massen ihren Einzug in das Normblatt halten werden. Durch die Heranziehung des Papiers als Füllstoff hochwertiger Preßmassen, sei es als Flocken (Z₁) oder Schnitzel (Z₂), sei es in geschichteter Form (Z₃), konnte sich die Isolierpreßstofftechnik weiteren Eingang in die Installationsgeräte verschaffen, weil diese Massen bei verhältnismäßig geringer Preislage hinsichtlich der Festigkeitseigenschaften in der Größenordnung der Baum-



Abb. 4. Stadtrandansiedlung mit Freileitungsnetz.

wollschnitzelmassen liegen. Mit geschichteter Papierfüllung, die den Typ Z₃ kennzeichnet, werden bei geschickter konstruktiver Anwendung außerordentlich hochwertige mechanische Eigenschaften des Fertigteiles erreicht.

Für die erfolgreiche Verwendung eines Werkstoffes zu einem bestimmten Zweck ist die Sicherstellung der einmal erkannten Güteeigenschaften hervorragend wichtig; eine Gewähr für die Gleichmäßigkeit eines Fertigteils hinsichtlich Güte und Bewährung ist nur dann gegeben, wenn auch der Ausgangswerkstoff bei den verschiedenen Lieferungen innerhalb gewisser Grenzen die gleichen Eigenschaften aufweist. Die verhältnismäßig noch junge Industrie der Isolierpreßstoffe hat bereits frühzeitig von sich aus wirksame Maßnahmen getroffen, um dieses Ziel zu erreichen: die zahlreichen Isolierpreßstoffe wurden anfangs klassifiziert, später dann typisiert und amtlich überwacht¹⁰⁾. Bei der Typisierung wird der Isolierpreßstoff durch seine Zusammensetzung und einige wichtige Eigenschaften gekennzeichnet und mit einer bestimmten „Typ“-Bezeichnung versehen. Die Typisierung erspart die Ausführung umfangreicher, kostspieliger Werkstoffprüfungen in all den Fällen, bei denen ein typisierter Stoff sich für einen bestimmten Verwendungszweck bereits bewährt hat. Um die Lieferung derartig typisierter Stoffe zu gewährleisten, haben sich die Preßstoff verarbeitenden Firmen zu der „Technischen Vereinigung von Fabrikanten gummifreier Isolierstoffe, e.V.“ zusammen-

⁹⁾ Nitsche u. Zebrowski, Kunstharze u. plast. Mass. 8 (1938) S. 33, ferner Nitsche u. Salewski, Plast. Massen 6 (1936) S. 411.

¹⁰⁾ ETZ 58 (1937) S. 1255; 56 (1935) S. 1312. Nitsche, Kunst- und Preßstoffe, H. 2, herausgeg. vom VDI, Berlin 1937.

geschlossen und mit dem Staatlichen Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem einen Vertrag abgeschlossen, der die ständige Überwachung der typisierten Stoffe aller in der Vereinigung zusammengeschlossenen Firmen vorsieht.

Hiermit möge die Betrachtung der vorhin als Gruppe 2 bezeichneten Werkstoffe für die isolierenden Teile der Installationsgeräte abgeschlossen werden.

Wir wenden uns damit der dritten und letzten Gruppe von Werkstoffen zu, die für den mechanischen Aufbau der Geräte in Betracht kommen. Der mechanische Aufbau hat die doppelte Aufgabe zu erfüllen, die elektrisch beanspruchten inneren Teile des Gerätes vor mecha-

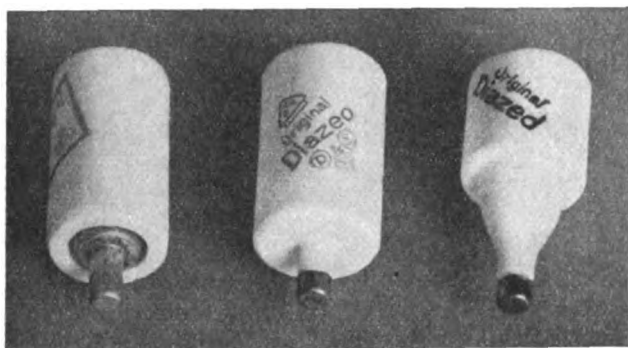


Abb. 5. Entwicklung eines Sicherungsstöpsels.

nischen Beschädigungen durch äußere Einwirkungen zu bewahren, und gleichzeitig auch die Spannung führenden Elemente der gefahrbringenden Berührung zu entziehen; ferner sind hierunter auch die für die Anbringung bzw. Befestigung und die für die Bedienung und den Antrieb der Geräte dienenden Konstruktionsteile zu verstehen.

Welchen Bedingungen ein Installationsgerät aus sicherheitstechnischen Gründen entsprechen muß, ist in den einschlägigen Vorschriften des VDE, insbesondere den „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial“ (VDE 0610), grundsätzlich festgelegt¹¹⁾. Aus diesen Festlegungen ergibt sich nicht zuletzt eine Reihe von Forderungen für den mechanischen Aufbau der Geräte und damit auch für die Beschaffensart des im Einzelfalle zu wählenden Werkstoffes, trotzdem die Vorschriften selbst auf ausgesprochene Werkstoff-Forderungen — von geringen Ausnahmen abgesehen — bewußt verzichten. Hier erwächst dem Konstrukteur die Aufgabe, selbst die geeignete Wahl zu treffen; der durch den Vierjahresplan bedingte stärkere Einsatz heimischer Werkstoffe hat gerade hier eine Umstellung gezeitigt, die als durchaus gelungen zu bezeichnen ist. Insbesondere erkennt man, wie das Eindringen neuer Werkstoffe die Konstruktion selbst befruchtet hat, indem diese den Konstrukteur gezwungen haben, überkommene Ansichten einer Prüfung zu unterziehen, die nicht selten bessere Ausführungsformen und damit einen Fortschritt der Technik als solcher im Gefolge gehabt hat.

Diese Entwicklung ist auf der ganzen Linie keineswegs bereits abgeschlossen, ebenso wenig wie die Fortentwicklung und Neuschaffung heimischer Werkstoffe als abgeschlossen betrachtet werden darf. Wie die Werkstoff erzeugende Industrie vom Ingenieur immer wieder neue Aufgaben erhalten und lösen wird, so wird auch der Ingenieur fortschreiten, die sich ihm bietenden werkstoffmäßigen Möglichkeiten immer besser zu erkennen und auszunutzen. So werden heute in steigendem Maße die Isolierstoffe auch als Träger mechanischer Beanspruchungen, das heißt an den Stellen verwendet, für die bisher vorwiegend metallische Werkstoffe verwendet wurden. Ihr Charakter als Isolierstoff gestattet dabei gleichzeitig oft die Frage des Berührungsschutzes besser und einfacher zu lösen, als es bei der Anwendung metallischer Baustoffe

möglich war, deren gute Leitfähigkeit in solchen Fällen als ein notwendiges Übel in Kauf genommen werden muß und daher besondere Schutzmaßnahmen zur Verhütung elektrischer Unfälle erforderlich macht. In der Zukunft wird man sich daher bezüglich der Verwendung metallischer Werkstoffe vorwiegend auf solche Fälle beschränken, in denen in ausgesprochen rauen Betrieben solche Beanspruchungen des mechanischen Aufbaues der Geräte auftreten, denen auch die hochfesten isolierenden Stoffe nicht standhalten können. Die bereits erwähnte Weiterentwicklung der Kunstharz-Preßstoffe in Gestalt besonders schlagfester und kerbzäher Massen wird die Grenzen ihrer Verwendung immer weiter in das Gebiet vortreiben, welches z. Z. noch den metallischen Werkstoffen, insbesondere dem Gußeisen, vorbehalten ist.

Diese Erkenntnis darf nun aber nicht in dem Sinne ausgelegt werden, daß derartige Grenzen eines Tages überhaupt verschwinden werden. Sie sollen und werden auch in späterer Zeit bestehen bleiben und beachtet werden, wenn die Güte und damit die Sicherheit des Erzeugnisses von der Verwendung eines nicht heimischen Werkstoffes oder eines im Inland nur in beschränktem Maße verfügbaren Stoffes abhängt. So wird man z. B. nicht darauf verzichten können, für gewisse Kontaktteile der Installationsgeräte geeignete Kupferlegierungen zu benutzen oder die Antriebsorgane mit hochwertigen Federstählen auszurüsten. Bei aller Anerkennung der Bemühungen, auch hier sparen zu wollen, muß von einem verantwortungsbewußten Hersteller gefordert werden, daß er nicht über das Ziel hinausschießt; denn selbst wenn die erforderliche Sicherheit des betreffenden Gerätes vielleicht noch keine merkliche Beeinträchtigung erleiden würde, so geht eine solche Ersparnis meist auf Kosten der Lebensdauer. Der für das einzelne Gerät erforderliche Gesamtaufwand an verschiedenen Werkstoffen, selbst wenn sie ausschließlich heimischen Ursprungs sein sollten, wäre in diesem Falle schlecht ausgenutzt, weil er mit dem

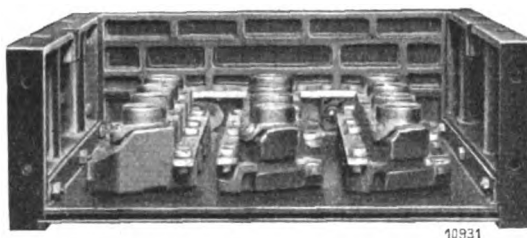


Abb. 6. Größerer Verteilerkasten aus Kunstharz-Preßstoff, Baukastenprinzip.

Unbrauchbarwerden des Gerätes vorzeitig seiner Zweckbestimmung entzogen und damit praktisch wertlos werden würde. Es muß und wird daher alles daran gesetzt werden, eine solche Fehlleitung von Werkstoffen zu vermeiden; denn nur so kann ein wirksamer Beitrag zur Sicherung einer gesunden Rohstoffwirtschaft geleistet und gleichzeitig auch den wirtschaftlichen Belangen des einzelnen Verbrauchers in bester Weise Rechnung getragen werden.

In welcher Weise die deutsche elektrotechnische Industrie diesen Grundsätzen bei der Konstruktion und der Herstellung ihrer Erzeugnisse gefolgt ist, zeigen die Ausstellungen der Firmen anlässlich der diesjährigen Technischen Messe. Der Besucher der Ausstellungen wird sich selbst davon überzeugen können, welche Fortschritte in der Verwendung heimischer Werkstoffe erzielt worden sind, und wie durch ihre Anwendung nicht nur die Güte der Erzeugnisse auf der für die deutsche Industrie sprichwörtlichen Höhe gehalten worden ist, sondern wie auch sehr häufig die gegebene Werkstofflage in Verbindung mit neuen deutschen Werkstoffen dem Konstrukteur wertvolle Anregungen gegeben und sehr zweckmäßige neuartige Konstruktionen gezeitigt hat. Vielfach wird man

¹¹⁾ Vgl. a. W. Klement, Stenag-Nachr. (1935) H. 13.

erkennen können, wie die früher häufig zu beobachtende geistige Abgeschlossenheit der Spezialindustrien gegeneinander einem gegenseitigen Austausch der Erfahrungen Platz gemacht hat, was in der Übernahme konstruktiver Gedanken und der Anwendung von Herstellungsverfahren aus scheinbar weit auseinander liegenden technischen Gebieten seinen Ausdruck findet. Hierin liegt eine bemerkenswerte Erscheinung der Zeit, denn es ist dadurch eine erfreuliche Belebung des technisch-schöpferischen Geschehens eingetreten, der nicht zuletzt ein Teil der erzielten Erfolge zu verdanken ist. Das Gebiet der Installationstechnik ist so reich an geeigneten Beispielen, daß ich mich darauf beschränken muß, das Gesagte an Hand einer kleinen Auswahl einzelner Geräte zu erläutern.

An dem Beispiel der Stromversorgung einer Stadtrand-siedlung (Abb. 4) soll gezeigt werden, wie weitgehend die technische Form der Ausführung sich ändern kann, wenn einschneidende Werkstoff-Umstellungen vorgenommen werden. Die Anwendung von Freileitungen an Stelle von Kabeln ist hier ohne weiteres tragbar, und von einer Verminderung der Sicherheit der Anlage kann hierbei nicht gesprochen werden, da die für eine derartige Anlage bestehenden Vorschriften des VDE erfüllt sind. Die Einsparung der sonst für die Starkstromerkabel benötigten Rohstoffe ist an dieser Stelle vernünftig, denn sie kommt nun den Zwecken zugute, die auf diese Stoffe unbedingt angewiesen sind.

Ein anschauliches Beispiel für sinnvolle Werkstoffausnutzung ist die Weiterentwicklung des bekannten Sicherungsstöpsels, von der Abb. 5 drei Stufen zeigt. Neben der bisherigen Ausführung erkennt man in der Mitte eine Form, bei der für den Kontaktstutzen nur noch eine kleine Messingkappe benutzt und dadurch ein erheblicher Anteil an Metall erspart wird. Gleichzeitig ergab sich daraus eine

Verlängerung des Schmelzkanals im keramischen Teil, wodurch die Kurzschlußsicherheit verbessert wurde. Die letzte Entwicklungsstufe (rechts) zeigt, wie dann außerdem auch noch der Aufwand an keramischem Stoff verringert worden ist. Für die Herstellung des keramischen Teiles ist diese Änderung noch dazu von Vorteil, weil die Ausformung eines zylindrischen Körpers mit zunehmender Höhe schwieriger wird. Die neue Formgebung hat also neben der Werkstoffersparnis einen klaren technischen Fortschritt gebracht.

Bei keramischen Teilen bestehen die bekannten Schwierigkeiten bezüglich der Einhaltung genauer Maße; diese Schwierigkeiten treten besonders in Erscheinung, wenn es sich um Abstandsmaße für eingesetzte Metallteile handelt, für die eine größere Genauigkeit verlangt werden muß, als es sich mit den Rücksichten auf die Schwindungsabweichungen des keramischen Körpers vereinbaren läßt. Das ist häufig bei Anschlußmaßen gegenüber anderen Teilen, z. B. bei Steckern, Kontakten u. ä., der Fall, für die größere Toleranzabweichungen unter keinen Umständen zugebilligt werden können. Um nun trotzdem den für viele Verwendungszwecke unentbehrlichen keramischen Werkstoff verwenden zu können, wird ein Verfahren benutzt, bei dem die großen Toleranzen des keramischen Stoffes in geschickter Weise folgendermaßen ausge-

schaltet werden: die Aufnahmelöcher für die metallischen Teile werden so bemessen, daß ein gewisses Spiel entsteht. Die metallischen Teile werden in einer Vorrichtung aufgenommen, die sie in der gewünschten

gegenseitigen maßlichen Lage hält. Die in dieser Weise auf genauen Abstand festgelegten Metallteile werden dann elektrisch eingestaucht. Hierzu werden die Teile durch Stromwärme zunächst so weit plastisch gemacht, daß sie sich durch einen Stauchvorgang nach Art des Nietens befestigen lassen. Die beim Abkühlen des metallischen Teiles eintretende Schrumpfung schafft eine unverrückbare feste Verbindung mit dem keramischen Teil.

Wie die Schwierigkeiten, die der Ausdehnung der Isolierstoffkapselung auf größere Geräte entgegenstehen, zu überwinden sind, zeigt der Aufbau eines größeren Verteilungskastens (Abb. 6). Bei

Abb. 8. Wasserdichter Drehschalter und Abzweigdose.

derartigen Geräten größerer Abmessungen sind die Aufwendungen für die Preßwerkzeuge im Verhältnis zu den stückzahlmäßigen Umsatzmöglichkeiten außerordentlich groß. Mit der Nennstromstärke des Gerätes wächst daher der Werkzeuganteil ganz bedeutend, ebenso wie auch die Herstellungsschwierigkeiten und damit die Preßkosten steigen. Um hierbei nun trotzdem in erträglichen Grenzen zu bleiben, wurde für die vorliegende Konstruktion das Baukastenprinzip angewendet. Es werden die vier Wände einzeln als Preßstücke hergestellt, der Boden besteht aus einer Stahlplatte¹²⁾.

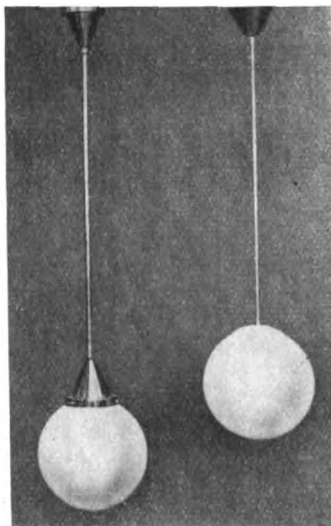


Abb. 7. Kugelleuchten.

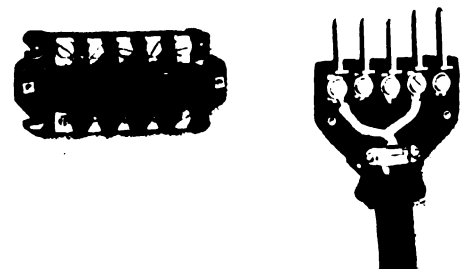


Abb. 9. Flachkontakt-Steckvorrichtung.

Als Beispiel für die Anpassung der Lebensdauer der elektrischen Einrichtungen an die Lebensdauer der Arbeitsmaschine sei ein gußgekapselter Walzenschalter für Arbeitsmaschinen erwähnt. Während manche derartige Schalter infolge Verschleißens der Lager nach 50 000 bis 100 000 Schaltungen unbrauchbar werden, was im Betriebe etwa einer einjährigen Lebensdauer gegenüber einer Lebenszeit der Arbeitsmaschine von rd. 10 Jahren entspricht, wird durch die Verwendung von Kunstharz-Preßstofflagern für die Schalterachse bei entsprechender Anpassung der Lagerdrücke eine Erhöhung der Schaltungs-

¹²⁾ Vgl. a. S. 237 des vorangehenden Heftes.

zahlen auf mindestens ¼ Millionen erreicht¹³⁾. Dieser Erfolg wurde offenbar dadurch ermöglicht, daß man sich die Erfahrungen zunutze machte, die zunächst auf ganz anderen technischen Gebieten bei der Verwendung von Preßstofflagerungen gewonnen wurden.

Die Gegenüberstellung früherer und neuzeitlicher Kugelleuchten (Abb. 7) zeigt, wie vernünftige Einsparung von Metall auch vom ästhetischen Standpunkt durchaus vertretbar ist, zumal keine technische Notwendigkeit besteht, schwere Pendelrohre, Kappen und Ringe aus Messing herzustellen. Das gilt auch für Lampenfassungen, bei denen man die frühere schwere Messingausführung für die Gehäuse ohne jeden Nachteil verlassen konnte, um zu vermessingtem oder verkadmtem Eisen überzugehen bzw. auch keramische oder Kunstharz-Preßstoffe anzuwenden.

Für die Verlegung von Feuchtraumleitungen bedient man sich je nach den vorliegenden örtlichen Verhältnissen der aus Kunstharzpreßstoff oder aus Porzellan hergestell-

¹³⁾ Siehe auch S. 238 des vorangehenden Heftes.

ten Abstandschellen, die gegenüber den Metallschellen den Vorzug der Korrosionsbeständigkeit bieten.

Zum Schluß seien noch einige Beispiele für die gleichzeitige Anwendung verschiedener heimischer Werkstoffe nebeneinander in demselben Gerät gezeigt, wobei der betreffende Werkstoff je nach den auftretenden Beanspruchungen ausgewählt worden ist. — Wasserdichter Dreh- schalter und Abzweigdose (Abb. 8) haben hier ein Gehäuse aus Kunstharz-Preßstoff des Typs S; Einsätze und Sockel sind als Träger spannungsführender Teile aus Steatitmase bzw. aus Porzellan hergestellt. Bei einer Flachkontakt- Steckvorrichtung (Abb. 9) sehen wir den Sockel aus Steatitmase, Kappe und Stecker aus Kunstharz-Preßstoff.

Die soeben gegebene kleine Auswahl erhebt keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit; sie soll lediglich auf die Messeausstellungen hinüberleiten und einen besonderen Hinweis auf die Verwendung von Heimstoffen in der Installationstechnik und die damit im Zusammenhang stehenden technischen Fragen geben.

Magnesiumgußlegierungen in der Elektroindustrie.

Von F. Panzer, Erlangen.

Schon seit mehreren Jahren ist die deutsche Industrie und besonders auch die Elektroindustrie aus Gründen der Devisensparnis bemüht, nach Möglichkeit Leichtmetall aus deutschen Rohstoffen zu verwenden. Zunächst handelte es sich meistens um Aluminiumlegierungen für Sand-, Kokillen- und Spritzgußteile, da die Eigenschaften dieser Legierungen genau bekannt waren.

Durch den Vierjahresplan haben die Umstellungsbestrebungen einen starken Antrieb erfahren, und es trat bald auch eine gewisse Verknappung auf dem Aluminiummarkt ein. Da weiterhin Aluminiumguß immer noch Devisen in Höhe von etwa 8 % seines Wertes benötigt, entstand die Aufgabe, nach Möglichkeit

Elektronguß¹⁾ zu verwenden, da sein Hauptbestandteil, das Magnesium, ein rein deutscher Werkstoff ist und praktisch in unbegrenzten Mengen zur Verfügung steht.

Es besteht nun verständlicherweise bei vielen an sich umstellungsfreudigen Firmen noch eine gewisse Unsicherheit gegenüber Elektron. Um das Vertrauen zu diesem verhältnismäßig neuen wertvollen Werkstoff zu stärken, ist es notwendig, daß Firmen, welche bereits seit längerer Zeit Elektron verarbeiten, ihre dabei gewonnenen Er-

fahrungen freimütig bekanntgeben. Da die Siemens-Reiniger-Werke seit zehn Jahren²⁾ in immer steigendem Maße Elektronguß bei Röntgengeräten verwenden und heute etwa 60 % aller Formstücke aus diesem Werkstoff

bestehen, soll im folgenden ein Versuch in obigem Sinn gemacht werden.

Seine physikalischen und mechanischen Eigenschaften machen das Elektronmetall nicht nur geeignet, sondern sogar berufen dazu, als Austauschstoff für viele Konstruktionen zu dienen, bei denen bisher schwere Metalle, insbesondere Aluminium, verwendet wurden. Wenn auch die Preisfrage keineswegs in allen Fällen eine ausschlaggebende Rolle spielt, so dürfte eine Vergleichskalkulation immerhin von allgemeinem Interesse sein. Durch

verschiedene Veröffentlichungen ist bekannt geworden — und wir können das auf Grund eigener Erfahrungen bestätigen —, daß trotz seines größeren Volumenspreises (der Kilopreis ist zu einem Vergleich ungeeignet), der gegenüber dem Grauguß etwa das Dreifache beträgt und gegenüber dem Aluminiumguß in manchen Fällen gleich, in anderen Fällen etwas höher liegt, Elektron gut bestehen kann. Dies ist bedingt durch die billigere Fertigung, leichtere Bearbeitbarkeit und bequemere Handhabung der

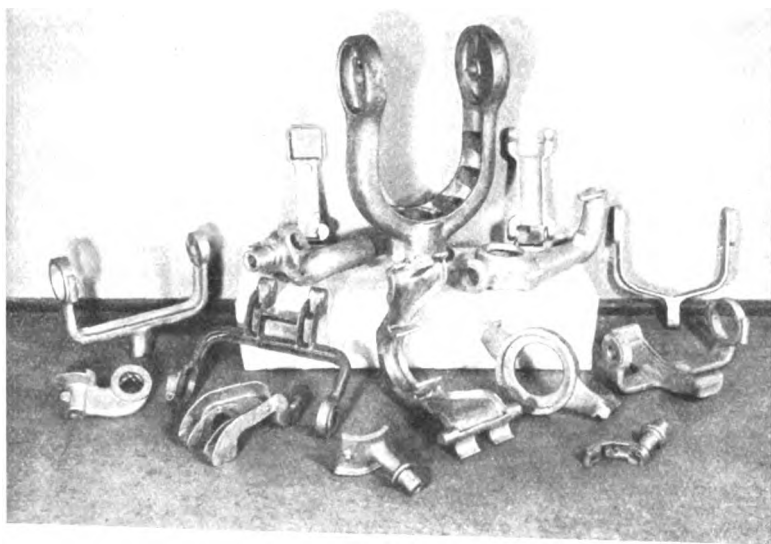


Abb. 1. Hochbeanspruchte Trag- und Haltearme aus Elektronguß.

¹⁾ Neben dem „Elektron“ der IG-Farben Bitterfeld sind neuerdings Legierungen ähnlicher Zusammensetzung unter dem Handelsnamen „Magnevin“ von der Wintershall AG. auf den Markt gebracht worden.

²⁾ Zum erstenmal ausgestellt beim Intern. Radiologenkongreß in Stockholm 1928.

Werkstücke. Die Kosten betragen vielfach nur etwa ein Sechstel der Fertigungskosten für Grauguß und liegen auch noch günstiger als beim Aluminium. Es ist allerdings erforderlich, daß für die Elektronbearbeitung und -konservierung die hierfür unentbehrlichen Voraussetzungen geschaffen werden. Werkzeugmaschinen, mit denen bisher nur Schwermetalle bearbeitet wurden, entsprechen oft nicht den bei der Leichtmetallbearbeitung zu stellenden Anforderungen (unzureichende Schnittgeschwindigkeit usw.). Außer den kleineren Bearbeitungskosten fällt beim Elektron infolge seiner Leichtigkeit noch die Verbilligung der Transport- und Montagekosten im Werk sowie die Verminderung der Zoll- und Frachtspesen ins Gewicht.

Bei der Konstruktion ist zu berücksichtigen, daß Elektron sich besonders für tragbare oder fahrbare Geräte und sonstige von Hand bewegte Teile eignet, bei denen die Verminderung der in Bewegung zu setzenden Masse erwünscht ist. Ein Schulbeispiel hierfür sind die Elektronkolben bei Verbrennungsmaschinen. Vorteilhaft ist auch noch, daß die Verwendung von Elektron bei schwerelos aufzuhängenden Teilen gestattet, wesentlich an Gegengewicht (Eisen oder Blei) zu sparen. Bei Konstruktionsentwürfen bleibt Grundbedingung, daß bei allen Elektronugußstücken, obwohl das Metall sich gut gießen läßt, die größte Sorgfalt auf form- und gießtechnische Ausführbarkeit verwendet werden muß. Nur dann ist die Gießerei in der Lage, den niedrigsten Stückpreis einzuräumen, was bei Vergleichskalkulation mit anderen Metallen unter Umständen sehr ins Gewicht fällt.

Durch geeignete Formgebung lassen sich absolute Festigkeiten erzielen, die, bezogen auf gleiches Gewicht, mit denen schwererer Metalle immerhin vergleichbar sind. Vor allem ist Elektron in solchen Fällen von erhöhter Bedeutung, wo man aus gießtechnischen Gründen unter gewisse Mindestabmessungen nicht heruntergehen kann und bei Verwendung schwerer Metalle unnötig hohe Festigkeiten erzielen würde.

Die in Abb. 1 gezeigten Trag- und Haltearme sind mechanisch sehr hoch beansprucht. Beispielsweise trägt

die in der Mitte dargestellte Gabel, die im übrigen frei beweglich ist, ein Gewicht von 150 kg. Die verhältnismäßig schwachen Wandungen sind allerdings durch Versteifungen und Hohlkonstruktionen sehr stabil und schwingungsfest geworden. Auch die in den Abb. 2 und 3 gezeigten Rahmen, Platten, Verstrebungen und Kleinteile geben ein Beispiel für zweckmäßige Formgebung bei Teilen mit sehr geringer Wandstärke.

Bei dem auf Abb. 4 in der Mitte wieder gegebenen, etwa 600 mm hohen, herzförmigen Gehäusedeckel beträgt die geringste Wandstärke nur 4 bis 5 mm. Die Anlage der Rippen zeigt, wie man trotzdem sehr große Stabilität nach allen Seiten erzielen kann.

Konstruktionselemente, die stärker beansprucht werden, wie sie beispielsweise in den Laufwagen und Muffen von Abb. 5 gezeigt sind, werden entsprechend starkwandiger ausgeführt. In Abb. 6 ist ein Lampengehäuse abgebildet als ein besonders einprägsames Beispiel für die großen Fort-

schritte, die in der Elektronsandgießtechnik heute erzielt worden sind, besonders aber auch für die hohe fachliche Fertigkeit des Formers. Daß man bei all diesen Konstruktionen scharfe Ecken, Nuten und Winkel vermeiden muß, da von hier aus bei Verwendung von Elektron leichter Brüche entstehen als bei anderem Werkstoff, ist wohl allgemein bekannt.

Gewinde müssen wegen der geringeren spezifischen Festigkeit des Werkstoffes im allgemeinen etwa doppelt so große Länge bekommen wie bei Schwermetallen.

Wie aus dem Gesagten hervorgeht, sind die Konstruktionsgrundsätze beim Elektronuguß praktisch die gleichen wie beim Aluminiumguß. Etwas anderes ist es jedoch mit der sehr wichtigen Oberflächenbehandlung. Man hat heute beim Elektron noch nicht die Möglichkeit, eine ebenso harte, schützende Oberfläche zu

erzielen wie beim Aluminium mit dem Eloxalverfahren, wenn auch Untersuchungen in dieser Richtung, die in letzter Zeit angestellt wurden, aussichtsreich erscheinen. Beim Oberflächenschutz des Elektronugusses — und zwar soll hier nur von Sandguß gesprochen werden — ist zur Zeit nur durch einen ganz sorgfältigen Aufbau der Arbeitsgänge die Vorbedingung für einen korrosionsfesten Überzug gewährleistet. Bekanntlich wird Elektronuguß schon

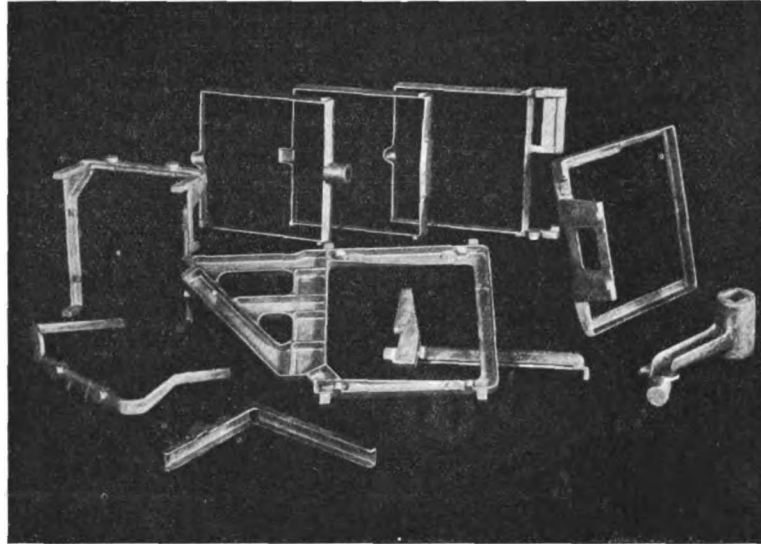


Abb. 2. Rahmen und Halterungen geringer Wandstärke aus Elektronuguß.

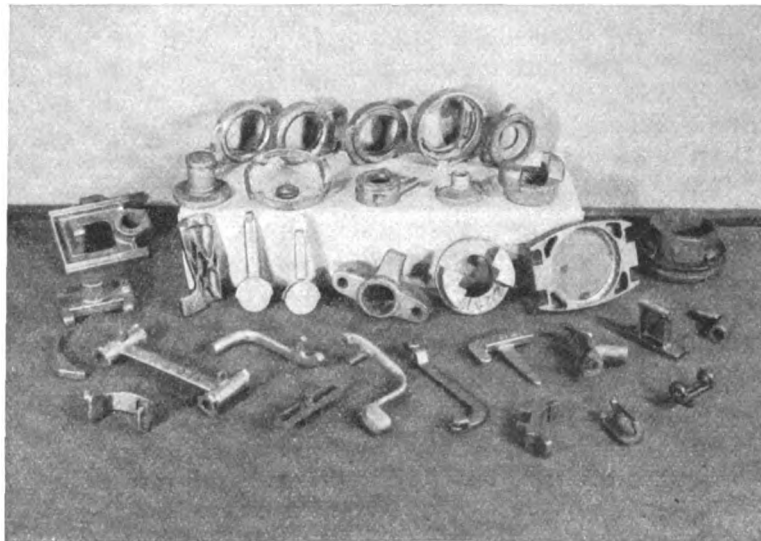


Abb. 3. Kleinteile.

für den Versand von der Gießerei zum Verbraucher durch Bichromatisieren oberflächengeschützt. Dementsprechend muß auch die Lagerung der rohen Gußteile beim Verbraucher unbedingt in trockenen Räumen erfolgen, da die Bichromatoberfläche auf dem Transport verletzt werden kann und Feuchtigkeit Elektron sehr leicht angreift. Im Werk werden die Gußstücke auf einer Schmirgelscheibe



Abb. 4. Transformatorendeckel, Gehäuse und Kappen.

glattgeschliffen, wenn — wie bei unseren Erzeugnissen — ein besonders gutes Aussehen der Oberfläche verlangt werden muß. In besonderen Fällen wird die ganze Oberfläche auf diese Weise behandelt. Schleifen ist in der Praxis der Elektronverarbeitung billiger als Spachteln.

Um die Haftfestigkeit des Lackauftrages zu verbessern, wird bei uns die Oberfläche noch im leichten Sandstrahlgebläse behandelt, jedoch ist das nicht in allen Fällen unbedingt erforderlich. Zum mindesten aber soll mit heißem Trichloräthylen ausgewaschen werden. Von diesem Zeitpunkt an darf der Teil keinesfalls mehr mit bloßen Händen angefaßt werden, es wird nur noch mit Gummihandschuhen weiterbehandelt.

Schon Spuren von Handschweiß untergraben den Aufbau eines korrosionsfesten Oberflächenschutzes. Es ist noch zweckmäßig, den Gußteil in Kalkbrei abzureiben und gut nachzuspülen, wodurch die letzten Reste von Fett vollkommen beseitigt werden.

Hierauf folgt das Bichromatisieren durch kurzzeitiges Einhängen und Umherschwenken in einem angewärmten Bad. Der Bichromatüberzug wird durch Spülen erst in warmem und dann in kaltem Wasser von den Lösungsresten gereinigt. Der Teil muß sofort anschließend vollständig getrocknet werden, am besten in einem Wärmekasten. Ebenfalls anschließend, spätestens nach einer Stunde, wird die Lackgrundierung aufgebracht. Erst jetzt werden die in den Gußteilen nur vorgeschrittenen Gewinde auf Fertigmaß und die Passungen der Bohrungen auf das Nennmaß gebracht. Diese Arbeiten sind vorher nicht aus-

föhrbar, da durch die ätzende Wirkung des Bichromatbades die feineren Kanten der Gewinde und die einwandfreie Oberfläche für Passungen an den Bohrungen zerstört würden. Nach den letzten mechanischen Bearbeitungen kann die Fertiglackierung in der gewöhnlichen Weise erfolgen. Die üblichen Ofenlacke mit einer Einbrenntemperatur bis zu etwa 180° haben sich als sehr brauchbar erwiesen.

In diesem Zusammenhang muß noch auf eine Tatsache hingewiesen werden, die trotz der oben geschilderten Behandlung unangenehme Auswirkungen haben kann. Trotz der hochentwickelten Schmelz- und Gießtechnik unserer Elektrongießereien kommt es hin und wieder vor, wenn auch heute schon sehr selten, daß sich in einem Gußstück korrosionsfördernde Einschlüsse (Elrasaleinschlüsse) befinden, die von den Abdecksalzen beim Gießen herrühren. An diesen Stellen fangen die Gußstücke, meist schon während des Transportes aus der Gießerei, an zu blühen; es zeigen sich schimmelähnliche Herde am Gußteil. Derartige Stücke verwenden zu wollen, wäre ein zweckloses Unterfangen. Man sende sie zum Umschmelzen am besten sofort an die Gießerei zurück, die auch stets bereitwilligst kostenlosen Ersatz dafür liefert. Unsere Erfahrungen in den letzten Jahren haben gezeigt, daß der Ausfall geringer geworden ist.

Wir liefern seit vielen Jahren Geräte und Apparate mit bichromatisierten und lackierten Elektrongußteilen in alle Länder, auch in tropische Länder mit sehr ungünstigem Klima, ohne daß wir hiermit wesentliche Beanstandungen gehabt hätten. Allerdings ist zu berücksichtigen, daß die von uns hergestellten elektromedizinischen Geräte im allgemeinen nur in geschlossenen Räumen benutzt werden.

Besonderes Augenmerk muß bei der Verwendung von Magnesiumlegierungen auf die richtige Gestaltung der

Verbindungsstellen mit Schwermetall gerichtet werden. An Stellen rein metallischer Berührung bilden sich bei Zutritt der Luftfeuchtigkeit galvanische Elemente, die eine starke Zersetzung des Metalles hervorrufen. Ist die Berührungsstelle trocken und durch eine Lackschicht geschützt, wie dies bei aneinandermontierten, ruhenden Teilen der Fall ist, so bestehen keine Bedenken. Bei gegeneinander beweglichen blanken Teilen kann die Berührungsfläche nur durch einen Ölfilm wirksam ge-



Abb. 5. Laufwagen und Muffen.

schützt werden. Dieses Verfahren hat sich in der Praxis bisher sehr gut bewährt. An den Übergangskanten von den Berührungs- zu den Außenflächen ist darauf zu achten, daß die Metall- und Lackkanten sauber verrundet und geglättet sind, so daß schon durch die aufeinander gleitenden Lackkanten ein Luftzutritt zu den blanken, mit Vaseline gefetteten Teilen verhindert wird. Obwohl sich Elektron für elektrisch leitende Verbindungen im allgemeinen nicht eignet, kann doch ohne Bedenken an Grundplatten, Gerätegehäusen u. dgl. eine Erdleitung angeschlossen werden, wenn unter die Anschlußschraube eine Kupalscheibe gelegt wird. Durch die Berührung der beiden Leichtmetallflächen einerseits und der Schwermetallflächen andererseits werden galvanische Elemente vermieden, und eine Korrosion kann nicht auftreten.

Eine wichtige Tatsache, die gelegentlich bei der Gefolgschaft gegen die innere Bereitwilligkeit zur Umstellung auf Elektron wirkt, ist die Feuergefährlichkeit dieses Metalles. Wenn es auch, wie allgemein bekannt, zutrifft, daß mit feinen Elektronspänen, besonders aber mit Feilspänen und Schleifstaub, große Vorsicht am Platz ist, so ist die Handhabung massiver Elektronteile doch ungefähr-

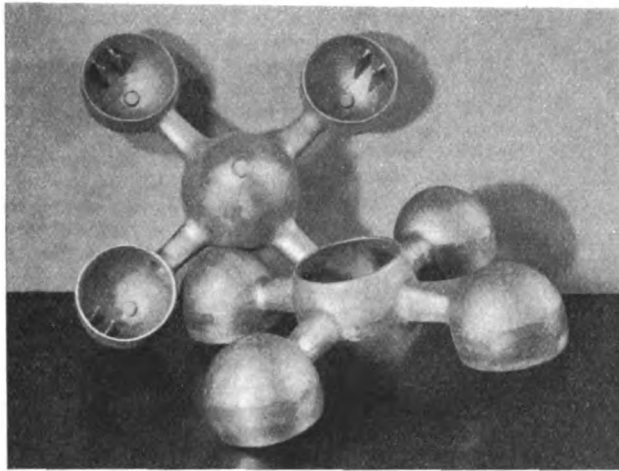


Abb. 6. Beleuchtungskörper für Operationslampe.

lich. Daß man nur scharfe Werkzeuge mit zugehöriger passender Schnittgeschwindigkeit verwenden soll, ist ja nichts Neues. Wichtig ist vor allem, daß Elektronspäne nicht feucht gelagert werden dürfen, da sonst mit Selbstentzündung zu rechnen ist. Aus diesem Grund ist auch die Bearbeitung von Elektron trocken und gegebenenfalls mit Luftkühlung durchzuführen. In den Werkstätten für Elektronbearbeitung stellt man in die Nähe des Arbeits-

platzes einen Kasten mit Graugußspänen oder Sand, um einen etwa entstehenden Spänebrand sofort ersticken zu können. Warnplakate, die insbesondere vor der Verwendung von Wasser warnen, sind in den Werkstätten an mehreren Stellen auffällig anzubringen. Alle Elektronabfälle sind streng gesondert von den übrigen Spänen zu lagern. In der Elektronschleiferei müssen an den Schleifscheiben gute Absaugevorrichtungen angebracht sein, die von verschiedenen deutschen Firmen auf Grund ihrer Sondererfahrungen hergestellt werden. Der anfallende Staub muß in Abständen von einigen Stunden entfernt werden. Die Elektronschleifer selbst haben imprägnierte Kleidung. In unserem Werk sind bei zehnjähriger Verwendung von Elektron bis heute durch Selbstentzündung von Elektron ernstere Unfälle nicht zu verzeichnen.

Die im vorstehenden wiedergegebenen Erfahrungen aus unserem Werk, die bei der Entwicklung und Verwendung von über tausend verschiedenen Elektrongußteilen gesammelt wurden, deren gelieferte Stückzahlen die Millionengrenze weit überschritten haben, führten dazu, daß das ursprünglich vorhandene Mißtrauen gegen den neuen Austauschwerkstoff bei sämtlichen Gefolgschaftsmitgliedern verschwunden ist. Es besteht die richtige Erkenntnis, daß Elektron in vielen Fällen nicht nur ein vollwertiger Ersatz für Aluminium und seine Legierungen ist, sondern daß es infolge seines geringen Gewichtes und seiner noch leichteren Bearbeitbarkeit in vielen Fällen besondere Vorteile bietet. Zu bemerken ist jedoch, daß sich unsere Erfahrungen nur auf die Verwendung von Elektronguß beziehen.

Der Versuch, unsere Erfahrungen der Elektroindustrie zu unterbreiten, wurde aus der Auffassung heraus unternommen, daß viele der wissenschaftlichen Arbeiten über dieses Gebiet vom Praktiker nicht immer so verstanden werden, daß er daraus unbedingtes Zutrauen zum Elektron gewinnen könnte. Die Mitteilungen sollen weiterhin eine Anregung dazu sein, daß mehr als bisher auch andere Firmen, insbesondere Gießereien, ihre Erfahrungen der Allgemeinheit zur Verfügung stellen.

Stoffersparnis und Stoffaustausch bei Elektrowärmegeäten.

Von L. Nawo, Nürnberg.

620. I : 621. 365

Wie im Rahmen des Vierjahresplanes, der das Leben der Nation in wirtschaftlicher Hinsicht sichern soll, der Stoffaustausch vor sich geht, wird nachstehend an Hand der Herstellung von Elektrowärmegeäten bei der AEG geschildert. Zunächst mußten die Werkstoffe ausgetauscht werden, deren Devisenanteil am größten ist, d. h. die Nichteisenmetalle Kupfer, Nickel, Messing usw. Diese Metalle fanden sich hauptsächlich bei den Kleingeräten und den Innenbehältern für Heißwasserspeicher, wenn von dem Nickel- und Chromanteil der Heizleiter zunächst abgesehen wird. Von den wichtigsten Kleingeräten sind die Schnellkocher, Haartrockner und Bügeleisen zu nennen. Bei den Schnellkochern ist als deutscher Werkstoff an Stelle des bisher verwendeten vernickelten Messingbleches poliertes Aluminiumblech vorgesehen. Der neue Kleinhaartrockner besitzt ein Gehäuse aus farbig eloxiertem Aluminiumblech. Der Griff ist aus Preßmasse hergestellt. Der im Griff angeordnete Schalter ermöglicht eine leichte Bedienung des Gerätes mit einer Hand. Die erzielten kleinen Abmessungen bei gefälliger Form und die verwendeten Werkstoffe führten zu einem geringen Gewicht des Haartrockners. Hierin ist ein besonderer Vorteil für

die Benutzung dieses Gerätes zu erblicken. — Bei den Bügeleisen wird die Haube nicht mehr vernickelt, sondern emailliert.

Für die Innenbehälter der Heißwasserspeicher wurde bisher fast ausschließlich verzinnertes Kupferblech wegen der guten Korrosionsbeständigkeit gegenüber Wasser mit angreifenden Bestandteilen, wie Kohlensäure, Sauerstoff, Chlor usw., verwendet. Ein vollkommener Austausch durch Stahlblech mit rostschtzenden Überzügen, z. B. Verzinkung, Verzinnung, Emaillierung, Lackierung, war nicht möglich, da die erwähnten Schutzüberzüge sich noch nicht als beständig erwiesen haben. Andere Metalle, wie Nirosa, Monel-Metall, korrosionsbeständige Aluminiumlegierungen, mußten aus preislichen Gründen ausscheiden. Als geeignetster Werkstoff hat sich Porzellan (Abb. 1) erwiesen. Umfangreiche konstruktive Untersuchungen und im Laboratorium durchgeführte Messungen, die sich auf die Durchbildung des Porzellanbehälters und einer Flanschbefestigung erstreckten, führten zu einem Innenbehälter, der in wärmetechnischer und auch in hygienischer Hinsicht der bisherigen Ausführung in Kupferblech überlegen ist. Die Lebensdauer der Porzellaninnenbehälter ist praktisch un-

begrenzt, da eine Zerstörung durch Korrosion unmöglich ist. In Zahlentafel 1 sind die bei den Speichern von 5, 10 und 30 l Inhalt erzielten Ersparnisse an Kupfer und Zinn bei Verwendung von Porzellaninnenbehältern zusammengestellt:

Zahlentafel 1.

	5 l	10 l	30 l
Kupferersparnis kg/Sp.	1,14	1,74	4,23
Zinnersparnis kg/Sp.	0,20	0,35	0,81

Die für den neuen Werkstoff notwendige Flanschbefestigung an einem aufge kitteten Flanschring führte zu einem geringen Mehraufwand an Eisen, z. B. 0,45 kg bei dem 30 l-Speicher. Eine neue Flanschbefestigung mit dem Ziel einer weiteren Eiseneinsparung wird zur Zeit entwickelt. Für Speicher über 30 l Inhalt kommen Porzellaninnenbehälter wegen des zu hohen Gewichtes nicht in Frage. An der Erprobung anderer Werkstoffe für die Herstellung großer Innenbehälter wird eifrig gearbeitet.

Als weitere bedeutende Maßnahme zur Einsparung von Nickel dürfen die eingeleiteten Versuche mit nickelfreien und nickelfreien Heizleitern nicht unerwähnt bleiben. Wurden bisher für sämtliche Geräte fast ausschließlich Chromnickel-Heizleiter mit mindestens 60 % Nickelgehalt verwendet, so wird jetzt der Nickelgehalt entsprechend den auftretenden Beanspruchungen des Heizleiters gewählt. Es konnte bereits dazu übergegangen werden, für Mikanit-Heizelemente nur noch Werkstoff mit weniger als 30 % Ni zu verwenden. Des weiteren sind umfangreiche Versuche an nickelfreien Heizleitern (Chrom-Eisen-Aluminium- und Chrom-Eisen-Silizium-Legierungen) eingeleitet, die Aufschluß über die Verwendung des Werkstoffes für Heizkörper in freier Luft und bei Einbettung des Heizleiters in Isoliermasse geben sollen. Bei der ausschlaggebenden Bedeutung des Heizleiters für die Lebensdauer des Elektrowärmeegerätes müssen diese Versuche besonders sorgfältig durchgeführt werden und beanspruchen demzufolge eine sehr lange Zeit.

Die vorstehenden Ausführungen sollten einen Überblick über die verwendeten Austauschstoffe für Nichteisenmetalle geben. Bei dem geringen Vorkommen verhüttungsfähiger Eisenerze in Deutschland muß aber auch an Stahl gespart werden. So wurde z. B. bei Strahlöfen (Abb. 2) der aus Stahlrohr hergestellte schwarzlackierte Fuß durch einen Preßmassefuß ersetzt; das gibt für den einzelnen Strahlöfen eine Ersparnis von rd. 200 g Stahlrohr und Stahlblech. Für Aussehen und Bedienung des Gerätes hat sich diese Maßnahme außerdem nur günstig ausgewirkt.

Verschiedene Geräteteile aus Gußeisen oder emailliertem Stahlblech können durch Aluminiumblech ersetzt werden, wenn die Anforderungen an die Temperaturbeständigkeit, Kor-

rosionsbeständigkeit, Oberflächenbeschaffenheit und an den Preis in zulässigen Grenzen bleiben.

Die bisherige Einzelkochplatte mit Gußfuß wurde durch eine neue Ausführung mit einer Zarge aus Aluminiumblech ersetzt. Durch diese Maßnahme wurden 0,65 kg Eisen erspart. Die Platte kann mit einer Masseplatte von 180 mm Dmr. oder mit einem Istraheizsystem ausgerüstet werden. Bei Verwendung des Istraheizsystems wird zusätzlich noch etwa 1 kg Eisen gespart. Als weiterer Beitrag zu der notwendigen Einschränkung des Stahlblechverbrauches ist die Entwicklung eines Elektroherdteiles für den Einbau in Kachelherde mit Kohleteil zu werten. Das Elektro-Kachelherd-Einbauteil (Abb. 3) besteht aus zwei Elektrokoch-

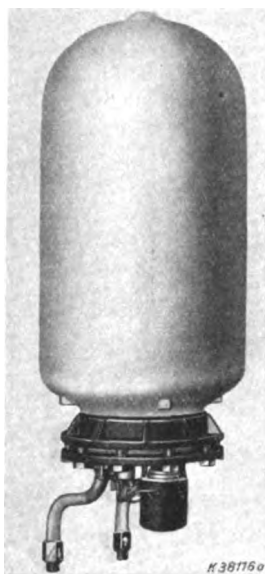


Abb. 1. Innenbehälter und Flansch des Porzellanspeichers.



Abb. 2. Strahlöfen mit Preßmassefuß.



Abb. 3. Einbauherd.

stellen und einem Bratofen, die mit den zugehörigen Schaltern und Anschlußklemmen zu einer Einheit verbunden sind. Die Vorderwand ist aus emailliertem Stahlblech, während die Seitenwände, die Rückwand und der Boden fehlen können, da der Abschluß nach dem Einbau im Kachelherdteil an Ort und Stelle erreicht wird. Die Verdrahtung von der Herdwanne zum Bratofen und den Herdanschlußklemmen ist durch eine besondere Stahlblechabdeckung geschützt. Diese Verkleidung ermöglicht auch einen Aufbau des Kachelherdes, bei dem der Rauchkanal über das elektrische Bratrohr hinter die Herdplatte des Elektroherdteiles geführt wird. Um das Einsetzen des Elektroherdteiles nach der Aufmauerung des Kachelherdteiles in einfacher Weise zu ermöglichen, ist ein besonderer Einbaurahmen vorgesehen, der bei der Erstellung des Kachelherdteiles mit eingemauert wird. In diesen Rahmen kann der Elektroherdteil leicht von vorne eingeschoben werden. Zur Abdeckung der zwischen Elektroteil und Kachelherdteil entstehenden Fuge ist eine besondere Deckleiste vorgesehen. Der elektrische Anschluß des Elektroherdteiles ist durch eine unterhalb des Bratofens liegende Öffnung leicht zugänglich. Durch die Entwicklung dieses Kachelherd-Einbauteiles ist die Verwendung von Kacheln für den Bau des Kohleteiles an Stelle von emailliertem Stahlblech möglich. Größe und Form des Kachelteiles können den örtlichen Verhältnissen angepaßt werden.

Die weitere Verfolgung der notwendigen Einsparung von Stahlblech für den Aufbau der Elektroherde führte zu dem Entschluß, sämtliche aus Stahlblech bestehenden Verkleidungsbleche durch einen in Deutschland reichlich vorhandenen Werkstoff zu ersetzen, der das äußere Aussehen der Herde nicht verschlechtert und außerdem sämtliche Anforderungen der Formgebung, Temperaturbeständigkeit, Reinigungsmöglichkeit und des Transportes erfüllt. Als geeignet erwies sich das ausschließlich aus deutschen Heimstoffen hergestellte Feinsteingut.

Durch die Zusammensetzung der Masse und die höheren Brenntemperaturen bei der Herstellung der einzelnen Formteile wird eine weit höhere Festigkeit gegenüber dem allgemein als Steingut bekannten Werkstoff erzielt. Gegenüber dem bisher verwendeten Stahlblech ist die Festigkeit jedoch geringer, so daß der konstruktive Aufbau des Herdes vollkommen geändert werden mußte. Die Herdwanne, in die die Kochplatten in bekannter Weise eingesetzt werden, und das Bratrohr einschließlich Türrahmen wurden mit den vier Füßen zu einem starren System verbunden (Abb. 4). Jede relative Bewegung des Bratrohres zur Herdwanne und sämtliche Verwindungsmöglichkeiten des Systems in sich wurden durch konstruktive Maßnahmen verhindert, die mit dem geringsten Aufwand an Stahlblech erreicht werden mußten. In der nunmehr vorliegenden Ausführung dienen die Feinsteingutwände lediglich zur Verkleidung, Kräfte werden durch sie nicht übertragen. Da die Wände vollkommen entlastet sind, ist die Bruchgefahr auf dem Transport weitgehend gemindert. Die Unterteilung der Wände erhöht die Bruch-sicherheit. Bei der Vorderwand mit dem großen Ausschnitt für den Bratofenrahmen erwies sich eine Zerlegung in vier Teile als zweckmäßig. Die Teilung wurde an die Stellen gelegt, die bei Transportversuchen die größte Neigung zum Springen gezeigt hatten. So entstand ein Teil oberhalb des Bratofens mit einer etwas vorstehenden Bombe mit den Löchern für die Durchführung der Schalterachsen, je ein schmaler Streifen an den beiden Seiten des Bratofens und ein Querteil unterhalb des Bratofens. Die Seitenwände bestehen aus je zwei Teilen, die eine besondere Leiste zur Abdeckung der Trennfuge haben.



Abb. 4. Innenansicht eines Vollherdes.

Die Türbombe des Bratofens besteht ebenfalls aus Feinsteingut, sie ist an dem Türblech so befestigt, daß der Rand vollkommen entlastet ist. Sämtliche Steingutteile werden in den Fußleisten durch entsprechend ausgebildete Klemmvorrichtungen gehalten, die bei etwa auftretenden Druckbeanspruchungen nachgeben. Gegen Herausfallen nach unten sind die Steingutteile durch mit den Fußleisten verbundene Laschen abgestützt. Nach Entfernen der einzelnen Laschen können die Steingutteile bis auf den Teil oberhalb des Bratofens mit den durchgeführten Schalterachsen leicht nach unten herausgenommen werden. Bei Transportschäden können also die betreffen-

den Teile an Ort und Stelle ohne Zerlegung des Herdes ausgewechselt werden. Lediglich für die Auswechslung des Teiles oberhalb des Bratofens ist das Abnehmen der Wanne erforderlich. Für den Boden und die Rückwand des Herdes wurden aus preislichen Gründen Asbestzementplatten verwendet.

Das Aussehen des Herdes (Abb. 5) ist gegenüber der bisherigen Ausführung schöner geworden, da die weiß glasierten Steingutteile wärmer wirken als die weiß emaillierten Stahlblechwände. Durch die Verwendung von Feinsteingutwänden wurde für einen Dreistellen-Vollherd eine Eisenersparnis von rd. 10 kg erreicht.

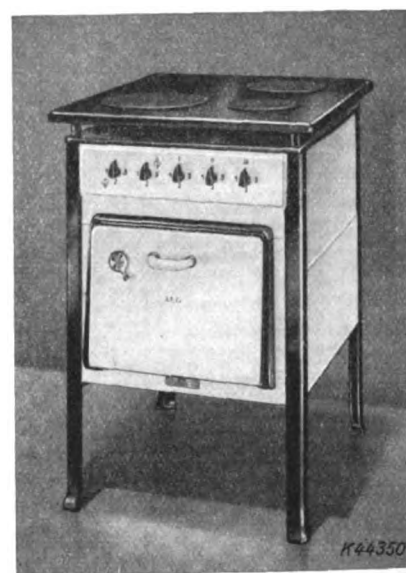


Abb. 5. Vollherd wie Abb. 4, mit Abdeckungen.

Eine weitere Ersparnis an Eisen kann für Elektroherde noch durch Istra-Strahlungskochplatten an Stelle der Massekochplatten erreicht werden. Die Zahlentafel 2 gibt eine Übersicht über die Eisengewichte der beiden Plattenarten für die genormten Durchmesser.

Zahlentafel 2.

		Durchmesser in cm		
		14,5	18	22
Eisengewicht Masseplatte	g	1930	2250	4000
„ Istraplatte	g	1277	1657	1920
Einsparung	g	653	1076	2080
	%	33	48	52

Die vorstehenden Ausführungen sollten einen Überblick vermitteln über die bisher durchgeführten Maßnahmen zur Verwendung deutscher Werkstoffe bei der Herstellung von Elektrowärmegegeräten. Es ist verständlich, daß zunächst die Geräte herausgegriffen wurden, bei denen ohne bedeutende konstruktive Änderungen der Austausch einzelner Geräteteile möglich war. Mit der Entwicklung des Steingutherdes wurde dagegen ein Elektroherd geschaffen, der von der bisherigen Ausführung durch die Verwendung eines für den Aufbau von Herden bisher nicht gekannten Werkstoffes stark abweicht und als neue Richtung für die Konstruktion von Elektrowärmegegeräten gewertet werden kann.

Der Umkehrfernswitcher und die damit verbundene Installationsweise.

Von F. Lucan, Berlin.

Seit dem Beginn der praktischen Anwendung der Elektrizität als Lichtspender ist die Vermittlerrolle für die Ausführung unserer Wünsche einem Schalter übertragen worden, bei dem der Bedienungshandgriff dazu herangezogen wird, einen Sprungwerk-Schaltmechanismus in Tätigkeit zu setzen. So vielgestaltig die konstruktiven Abwandlungen waren, ist doch — ganz im Gegensatz zu der Entwicklung der Fern- und Selbststeuereinrichtungen für Stromerzeugungs- und Verteilungsanlagen — im Bereich der Hausinstallationen dieses Prinzip beibehalten worden, und es schien so, als ob die der Fernsteuerung eigenen Vorzüge in dem uns am nächsten umgebenden Lebensraum, unserer Wohnung, Werkstatt usw. keine Anwendung finden sollten.

Und doch zeigt sich, daß die ganze Reihe der mit dem Fernsteuerprinzip verbundenen Vorzüge sich mit einem Schlage verwirklichen läßt, wenn man statt des Starkstrom-Sprungwerkschalters einen geeigneten Fernschalter verwendet. Dieser Fernschalter muß allerdings besonderen, nicht ohne weiteres gegebenen Bedingungen genügen, und das ist auch der Grund dafür, daß die im Rahmen der Fernsteuertechnik entwickelten Schaltertypen im Bereich der Wohnungsinstitution nicht nennenswert Anwendung finden konnten.

Der Installationsfernswitcher muß folgende Bedingungen erfüllen. Er muß:

1. über eine einzige Steuerleitung (und gemeinsame Rückleitung) ein- und ausgeschaltet werden können,
2. durch Schwachstrom völlig ungefährlicher Spannungshöhe (6 bis 8 V) betrieben werden können,
3. mit einer so verschwindend geringen Steuerleistung auskommen, daß für die Steuerleitungen normaler Klingeldraht auch für die größten, im allgemeinen vorkommenden Steuerentfernungen (etwa 100 m) ausreicht,
4. im Starkstrom-Verbraucherkreis eine für die normalen Anforderungen in Beleuchtungskreisen ausreichende Schaltleistung beherrschen und kurzschlußfest sein.

Auf welche Weise diese Bedingungen von dem bei den SSW entwickelten Fernswitcher erfüllt werden, wird weiter unten beschrieben. Zuvor seien die Vorzüge des Installationsystems aufgezählt, das sich mit Hilfe dieses Fernswitchers aufbauen läßt:

1. Vollständig geräuschloses Schalten durch Druck auf einen Taster ohne Sprungwerk,
2. einfache Betätigung: Ein- und Ausschalten durch Druck auf ein und denselben Schwachstromtaster,
3. einheitliche und einfache Schaltung, Wegfall der Serien-, Wechsel- und Kreuzschalter und -schaltungen,
4. beliebig viele Bedienungsstellen durch Parallelschalten von weiteren Schwachstromtastern,
5. erhöhte Sicherheit für die Bedienenden, Schwachstrom mit völlig ungefährlicher Spannungshöhe (6 bis 8 V) im Betätigungskreis. Anordnung der Bedienungsstellen daher auch in Räumen, wo bisher Schalter vermieden wurden, z. B. in Baderäumen,
6. Verwendung von kleinen Tastern, die in Form und Farbe den Räumen angepaßt werden können,
7. Ersparnis an Leitungswerkstoff bei Einzelanordnung der Umkehrfernswitcher (s. unten).

Als einzige Voraussetzung für diese Kennzeichen des Systems ist notwendig, daß der Fernswitcher den bereits

aufgestellten besonderen Bedingungen in allen Punkten entspricht.

Die Arbeitsweise des Fernswitchers ist bedingungs-gemäß so, daß zwecks Steuerung über nur eine Leitung (und gemeinsame Rückleitung) beide Schaltvorgänge Ein und Aus mittels nur einer einzigen Magnetspule durchgeführt werden. Das geschieht im Umkehrantrieb (Abb. 1),

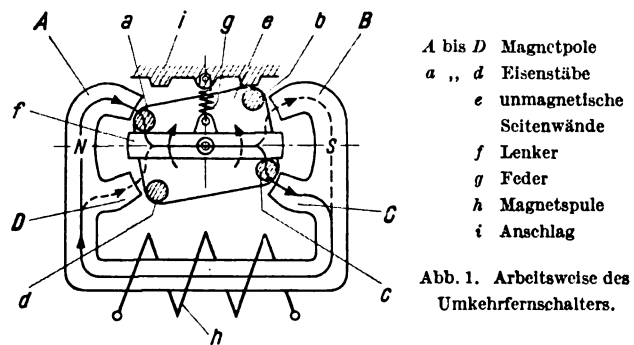


Abb. 1. Arbeitsweise des Umkehrfernswitchers.

von dem der Siemens-Installationsfernswitcher seinen Namen hat, auf folgende Weise: Zwischen den vier Polen (A bis D) des Magnetsystems ist ein aus vier Eisenstäben (a bis d) und unomagnetischen Seitenwänden (e) zu einem Käfig vereinigt drehbar. Zwischen den Stäben des Ankerkäfigs wird ein aus Eisen bestehender Lenker (f) durch eine Feder (g) in der neutralen Mittellage gehalten bzw. nach Auslenkungen wieder in diese Lage zurückgebracht. Arbeitsachse und Schaltglied sind mit dem Anker fest verbunden. Beim Erregen der Magnetspule (h) spielt sich folgendes ab: Der erzeugte Magnetfluß findet zwischen den Polen N und S zwei Wege mit voneinander verschiedenem magnetischem Widerstand vor. In der dargestellten Schaltstellung „Aus“ beispielsweise nimmt der magnetische Fluß seinen Weg über die eiserne Brücke, die ihm die am Lenker anliegenden Ankerstäbe bieten. Der zweite, gestrichelt gezeichnete Weg ist durch die vor den Polen liegenden großen Luftwege gesperrt. Lenker, Arbeitsanker und damit auch das Schaltglied werden unter der Wirkung des magnetischen Flusses in Pfeilrichtung bis zum Anschlag (i) gedreht, und der Schalter somit eingeschaltet. Mit der Beendigung der Magneterregung geht der Lenker wieder in seine bezüglich der 4 Pole neutrale Ruhelage zurück, während der Anker in der Einschaltstellung verbleibt. Dadurch aber ist die „magnetische Weiche“, wie man diese Einrichtung bezeichnen könnte, bereits für den umgekehrten Drehsinn umgestellt, da nunmehr die anderen beiden Stäbe an den Lenkerflanken anliegen und eine Brücke für die Kraftlinien längs des gestrichelt gezeichneten Weges zu dem vorher unbeteiligten Polpaar bauen.

Auch für die Erfüllung der weiteren Bedingungen: Schwachstromseitig geringe Steuerleistung (in der Größenordnung von etwa 1 W), starkstromseitig dagegen ausreichende Schaltleistung (in der Größenordnung von etwa 750 W), trägt der beschriebene Umkehrantrieb wesentlich durch seinen hohen elektromechanischen Wirkungsgrad bei. Die weiteren ausschlaggebenden Kennzeichen für diese Anforderungen sind die Anwendung einer Quecksilberschaltzröhre als Schaltglied (Abb. 2), die Ausbildung der beweglichen Zuleitungen, derart, daß nur sehr geringe Kräfte auf die Anschlußkappen der Hg-Röhre wirken, und

die labile Lagerung des Schaltgliedes zwischen den beiden Schalterendstellungen. Die Verwendung der Hg-Schalt-röhre sichert außerdem durch die guten Kontakt- und Schalteigenschaften des Quecksilbers auch nach langer Gebrauchsdauer unverändert zuverlässiges Arbeiten. Die Schaltleistung des Umkehrfernschalters ist aus der folgenden Tafel ersichtlich:

Schaltleistung des Umkehrfernschalters.

Nennspannung V	Glühlampen (etwa 10facher Einschaltstrom W)	Widerstände (ohne Einschalt- stromspitze) W	induktive Last Motoren, Magnet- spulen usw. W
250 ~	750	1000	500
250 =	375	500	250

Beim Schalten auf Kurzschluß spricht der in üblicher Weise vorzuschaltende Überstromschutz (Sicherung oder Selbstschalter) an, ohne daß die Schalt-röhre Schaden leidet. Das gilt auch, wenn der Dauerkurzschlußstrom 1200 A beträgt und mehrmals mit dem Umkehrfernschalter auf einen solchen Kurzschlußkreis geschaltet wird.

Für die Ausführung einer Installation nach dem Schwachstrom-Starkstrom - Fernschalt-system (SSF-System) ergeben sich die folgenden einfachen und in jedem Fall gültigen Gesetze:

1. Jedem für sich schaltbaren Stromverbraucher, gleichgültig ob dieser von einer oder beliebig vielen Bedienungsstellen geschaltet werden soll, wird ein Umkehrfernschalter zugeordnet.
2. Vom Umkehrfernschalter zum Stromverbraucher führt eine Starkstromleitung, und zwar auf dem kürzesten Wege, ohne die bisher notwendige Rücksichtnahme auf die örtliche Lage der Bedienungsstellen.
3. Alle zu einem Stromkreis gehörenden Stromverbraucher haben eine gemeinsame Rückleitung. Die zu einem Stromkreis zusammengefaßten Umkehrfernschalter werden mit 6 A-Sicherungen oder -Selbstschaltern gesichert.
4. Die zu einem für sich schaltbaren Stromverbraucher gehörigen Bedienungstasten werden zueinander parallel geschaltet. Die zu den Bedienungsstellen führenden Schwachstromleitungen erhalten eine gemeinsame Rückleitung.

Für die Installationsweise kommen zwei Ausführungsarten in Frage:

- a) Die zentrale Anordnung (Abb. 3) vereinigt alle Fernschalter (zweckmäßig auch Zähler, Sicherungen und die Schwachstromquelle) in einem verschließbaren Verteilerschrank. Diese Ausführungsart zeichnet sich aus durch große Übersichtlichkeit, gute Zugänglichkeit und vollkommene Geräuschlosigkeit. Sie wird insbesondere für Wohnhäuser mittlerer Größe angewandt. Bei größeren, mehrgeschossigen Häusern empfiehlt es sich, in jedem Stockwerk einen Verteilerschrank vorzusehen, wobei in der Hauptverteilung auch Hauptsicherung, Zähler, Stockwerksabzweige und Schwachstromquelle untergebracht sind. Die übrigen Verteilerschränke enthalten dann nur die Umkehrfernschalter und die Stromkreissicherungen.

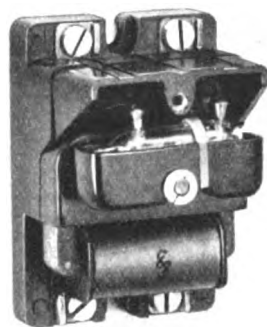
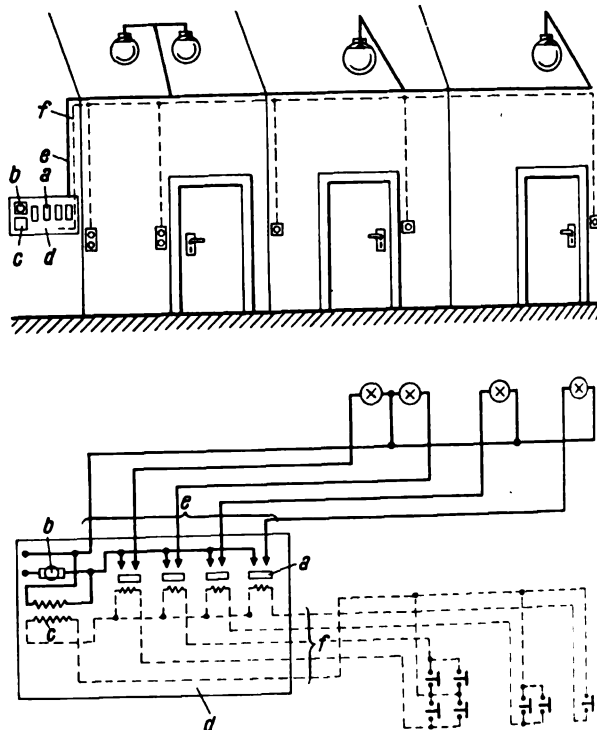


Abb. 2. Umkehrfernschalter ohne Abdeckkappe.

- b) Bei der Einzelanordnung (Abb. 4) werden die einzelnen Brennstellen über die in Wandgehäusen untergebrachten Umkehrfernschalter an eine gemeinsame Verteilungsleitung angeschlossen. Die Umkehrfernschalter erhalten in diesem Falle eine Vorsatzsicherung, so daß an Stelle der üblichen 6- oder 10 A-Stromkreise größere Gruppen mit entsprechend höherer Absicherung zusammengefaßt werden können. Bei dieser Installationsweise ergibt sich eine nennenswerte Ersparnis an Leitungen sowohl durch die kürzeren Starkstrom- und Schwachstrom-Lei-



a Umkehrfernschalter
b Sicherung oder Überstrom-Selbstschalter
c Klingeltrafo oder Kleingleichrichter
d Verteilertafel
e Starkstromleitung
f Schwachstromleitung

Abb. 3. Umkehrfernschalter in zentralen Verteilertafeln, Leitungsverlegung und Schaltbild.

tungswege als auch durch die verminderte Zahl der Stichleitungen zu den Stromkreissicherungen. Die Einzelanordnung (Abb. 4) wird vorzugsweise bei ausgedehnten Gebäudeanlagen benutzt, also z. B. in großen Verwaltungsgebäuden, Krankenhäusern, Hotels.

Die Installation der Starkstrom-Steckdosen ist bei SSF-Anlagen grundsätzlich unabhängig von den fernschaltbaren Stromverbrauchern, d. h. sämtliche Steckdosen werden für sich zu einem oder mehreren Stromkreisen zusammengefaßt. Hieraus ergeben sich folgende Vorteile:

1. Die Trennung zwischen der SSF-Anlage und den Steckdosen-Stromkreisen ermöglicht die Verwendung eines geringen Leitungsquerschnittes für die gesamte SSF-Anlage, und zwar 1 mm² Kupferquerschnitt an Stelle von 1,5 mm². Nur für die Starkstrom-Steckdosen braucht sonach der Leitungsquerschnitt von 1,5 mm² Kupfer verwendet zu werden.
2. Für die Anordnung der Steckdosen sind ausschließlich die Wünsche für zweckmäßige örtliche Anbringung bestimmend. Diese Freizügigkeit kommt in gleichem Sinne bei der aus Zweckmäßigkeitsgründen neuerdings bevorzugten Anordnung der Steckdosen in geringer Höhe über dem Erdboden zur Geltung.

Die Starkstromleitungen in SSF-Anlagen können unter Verwendung von normalem Leitungsmaterial, die Schwach-

stromleitungen unter Verwendung von normalem Klingeldraht ausgeführt werden.

Der Umkehrfernswitcher steht in zwei Ausführungen, und zwar mit einer Magnetspule zum Anschluß an die 8 V-Stufe eines Klingeltransformators und zum Anschluß an die 6 V-Stufe eines Kleingleichrichters zur Verfügung. Die Ausführung zum Anschluß an 6 V Gleichstrom bietet

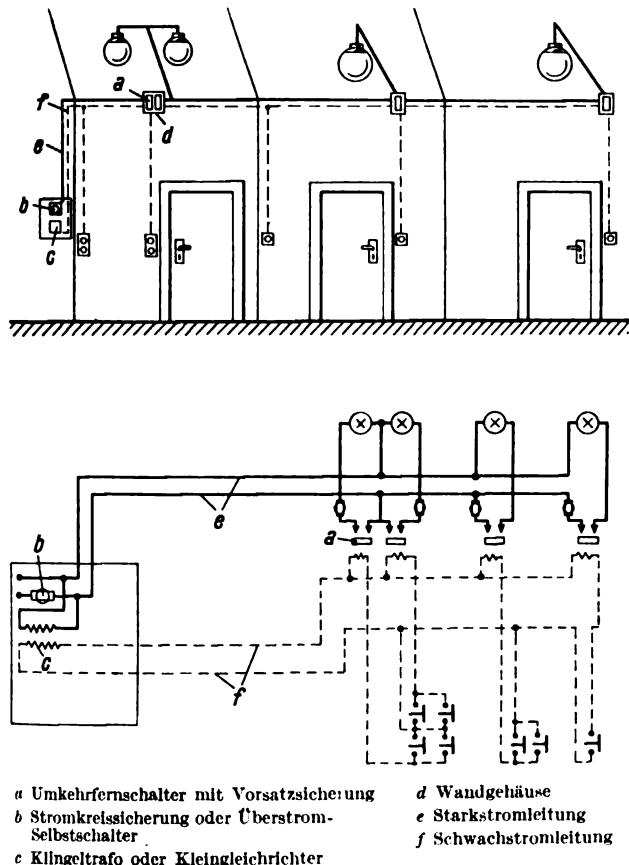


Abb. 4. Umkehrfernswitcher in Wandgehäusen verteilt, Leitungsverlegung und Schaltbild.

den Vorzug, daß durch eine sehr einfache Maßnahme, und zwar durch einen außer der Erregerwicklung den Kraftlinienpfad umschließenden Kurzschlußkreis, die Öffnungsüberspannung unterdrückt wird. Dem Kleingleichrichter als Schwachstromquelle ist daher dann der Vorzug zu geben, wenn Rundfunkstörungen weitgehend vermieden werden sollen. Rundfunkstörungen treten übrigens bei Umkehrfernswitchern weniger stark auf als bei Starkstrom-Sprungwerkschaltern, weil der Schaltvorgang im Quecksilberschaltrohr weicher und daher mit geringerer Störwirkung vor sich geht und weil die Schirmwirkung der Verteilertafeln bzw. Wandgehäuse die Ausbreitung der Störungen abschwächt. Insbesondere bei zentraler Anordnung besteht zudem die Möglichkeit, die Störspannungen an ihrer Entstehungsstelle unschädlich zu machen und damit eine völlige Entstörung durchzuführen.

Zwei Beispiele mögen zeigen, daß der Umkehrfernswitcher in den Schaltungs- und Anwendungsmöglichkeiten weit über den Starkstrom-Sprungwerkschalter hinausgeht. Beim Vergleich, insbesondere beim wirtschaftlichen, ist daher stets das Gesamtbild der Anlage und nicht der Preis des Umkehrfernswitchers allein, der naturgemäß höher ist, in Betracht zu ziehen.

Lichttaster an der Gartenpforte. Bei der Schaltung der Eingangsbeleuchtung vom Gartentor wird an Stelle eines dreiadrigen Starkstromkabels zum Wechselschalter am Gartentor bei der SSF-Installation nur eine weitere Schwachstromader im ohnehin vorhandenen Klingelkabel benötigt. Die Anlage

bringt daher nicht nur die Vorzüge der SSF-Installation mit sich, sondern sie ist auch billiger.

Fernein- und -ausschaltung des Rundfunks. Auf einfache und billige Weise können mit Hilfe des Umkehrfernswitchers überall da, wo es praktisch ist, Schaltstellen für das Ein- und Ausschalten des Empfängers oder zweiten Lautsprechers eingerichtet werden. Diese Möglichkeit ist geeignet, nicht nur Annehmlichkeit zu bringen, sondern dazu beizutragen, „richtiger“ Rundfunk zu hören, denn es ist hierfür bekanntlich gleichermaßen wichtig, im rechten Augenblick ein- und auch ausschalten zu können.

Ein Ausblick auf einige weitere Sonderanwendungen möge dartun, daß dieses neue Schaltgerät Helfer sein kann zu neuen einfachen Lösungen und auch Wege eröffnet zu ganz neuen Möglichkeiten und Anwendungen. Ein solches Beispiel ist die Gemeinschaftsschaltung. Bei dieser Schaltung können mehrere Stromver-

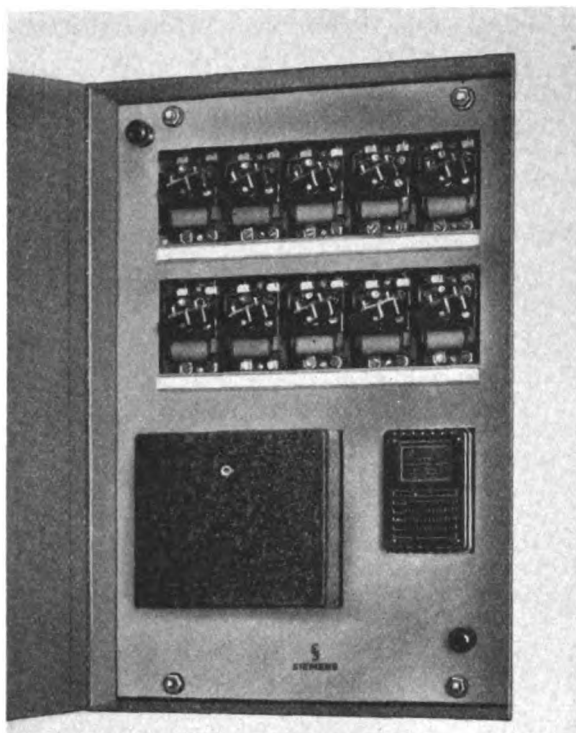


Abb. 5. Selbsttätiger Beleuchtungsregler mit Umkehrfernswitchern.

braucher außer von den ihnen zugeordneten örtlichen Bedienungsstellen auch von einer zentralen Stelle gemeinsam geschaltet werden. Hierzu sind kleine Zusatzrelais mit Schwachstromkontakten erforderlich. Die Gemeinschaftsschaltung findet Anwendung z. B. für Alarm- oder Luftschutzbeleuchtung. Ein weiteres Beispiel ist der selbsttätige Beleuchtungsregler (Abb. 5). Diese in eine Verteilertafel eingebaute Einrichtung dient in Vortragsräumen, Filmtheatern, Röntgenräumen u. dgl. zum allmählichen Verdunkeln bzw. Aufhellen. Gesteuert wird auch hier mit Schwachstromtastern von beliebig vielen Bedienungsstellen aus. Die Einrichtung arbeitet in der Weise, daß die starkstromseitig beispielsweise an zehn Widerstandsstufen angeschlossenen Umkehrfernswitcher durch einen Impulsgeber so gesteuert werden, daß eine selbsttätig schrittweise Ein- bzw. Ausschaltung, gegebenenfalls mit Halt auf einer Zwischenstufe, vor sich geht. Als Impulsgeber dient bei dem abgebildeten Beleuchtungsregler ein normaler Vorwähler aus der Selbstanschluß-Fernsprechtechnik.

Es darf angenommen werden, daß sich sowohl innerhalb der durch den Umkehrfernswitcher erweiterten In-

stallationstechnik als auch außerhalb dieser weitere mit seiner Hilfe lösbare technische Aufgaben finden werden.

Da bei Anlagen nach dem SSF-System der Starkstromteil und der Schwachstromteil nicht in unmittelbarer Verbindung stehen, d. h. räumlich und elektrisch voneinander getrennt sind, kommen für den Schwachstromteil die Vorschriften und Regeln für die Errichtung elektrischer Fernmeldeanlagen VDE 0800/1934 in Betracht.

Zusammenfassung.

Der für Installationsschaltungen entwickelte Umkehrfernschalter, der von Schwachstromtastern an den einzelnen Schaltstellen gesteuert wird, ist geeignet, die bisherige Installationsart durch eine in jeder Hinsicht vollkommenere Ausführung zu ersetzen. Das Schaltgerät gestattet außerdem neue Lösungen und Wege für Aufgaben auch in anderen technischen Bereichen.

Neue Wege im Bau von Hochleistungspatronen.

Von Fritz Driescher, Rheydt, Rhld.

I. Niederspannungs-Hochleistungs-Sicherungspatronen.

Im Laufe der letzten Jahre sind Niederspannungs-Hochleistungspatronen (kurz NH-Patronen genannt) soweit vervollkommen worden, daß Abschaltleistungen von

621. 316. 923 gen dieser Patronen wird auf Überlastschutz vollständig verzichtet, um im Kurzschlußfalle eine hohe Trägheit zu erreichen.

Man ersieht hieraus, daß bei drei Arten von NH-Patronen in den verschiedenen Nennstromstärken, z. B. von 20 bis 400 A, eine erhebliche Lagerhaltung nötig ist. Nun ist die in Abb. 2 gezeigte Bereichskennlinie heute ohne jede Lötstelle erreichbar, so daß sich diese NH-Patrone als Universal-Netzpatrone mit größter Präzision und geringem Streuband herstellen läßt. Weiter ist wichtig, daß die Kennlinien der Installationspatronen und der in letzter Zeit vereinheitlichten verzögerten Installationspatronen sehr gut anklängen, wie dies Zahlentafel 1 für 20- und 5fachen Überstrom zeigt; die Werte für 10- und 4fachen Überstrom stimmen gleich gut und sind der Raumersparnis halber hier weggelassen.

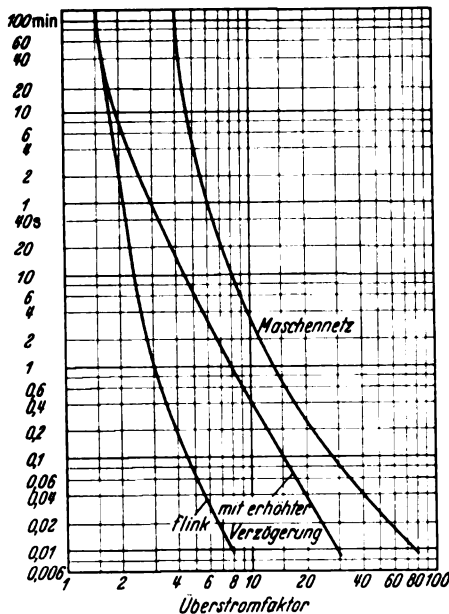


Abb. 1. Strom-Zeit-Kennlinien von flinken Patronen, Patronen mit erhöhter Verzögerung und Maschennetzpatronen.

40 000 A und mehr einwandfrei, geräuschlos und ohne Nebenerscheinungen bewältigt werden. Bisher wurden drei Arten in ihrer thermischen Kennlinie (Abb. 1) verschiedene NH-Patronen auf den Markt gebracht:

1. Gewöhnliche (flinke) Patronen, welche zur Absicherung von Stickleitungen oder Ausläufern dienen. Diese Patronen schalten die 1,6- bis 1,8fache Überlast in der gewünschten Zeit ab, sind jedoch nicht geeignet, Stoßüberlastungen standzuhalten.
2. Patronen mit erhöhter Verzögerung. Diese halten kurzzeitige Stromstöße, also das Mehrfache des Nennstromes der Sicherung aus; auch hierbei wird die Grenzlast wie bei der flinken NH-Patrone abgeschaltet. Das wird erreicht, indem ein leicht schmelzbares Metall in Form einer Lötstelle oder dergleichen mit in die geschlossene Patrone hineingebracht wird.
3. Maschennetzpatronen, welche ganz besonders träge sind. Bei den bekannten Ausführun-

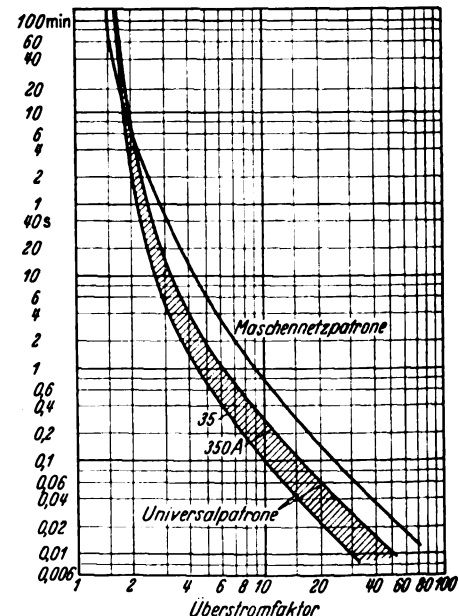


Abb. 2. Strom-Zeit-Kennlinie der Universal-Netzpatrone und der Maschennetzpatrone.

Zahlentafel 2 ermöglicht ein einfaches Ablesen der erforderlichen Nennstromstärke, wobei gleichzeitig das Verhalten der Patronen bei Überlast und Kurzschluß zu ersehen ist. Also können die eingangs erwähnten „flinken Patronen“ und Patronen mit erhöhter Verzögerung durch die vorstehend beschriebene „Universal-Netzpatrone“ ersetzt werden. Für den gesamten Netzbetrieb würde diese eine von der Fa. Fritz Driescher in Rheydt (Rhld.) hergestellte Patronenart erforderlich sein. Eine

Zahlentafel 1. Abschmelzzeiten von drei verschiedenen hintereinandergeschalteten Patronen gebräuchlicher Nennstromstärken bei verschiedenen Kurzschlußströmen.

Für Install.-Sicherung ist der Überstrom	Nennströme in A				Abschmelzzeit in s		
	Kurzschlußstrom	Inst.-Sicherg.	ver-zögerte Inst.-Sicherg.	Unl.-versal.-Netz-patr.	Inst.-Sicherg.	ver-zögerte Inst.-Sicherg.	Unl.-versal.-Netz-patr.
20fach	200	10	15	25	0,005	0,063	—
	400	20	25	35	0,008	0,032	—
	700	35	50	60	0,008	0,04	0,08
	800	40	60	80	0,0012	0,05	0,115
	1200	60	80	100	0,015	0,04	0,09
	1600	80	100	125	0,020	0,045	0,075
	2000	100	125	160	0,022	0,045	0,83
	2500	125	150	200	0,025	0,04	0,110
5fach	50	10	15	25	0,25	—	—
	100	20	25	35	0,27	5	—
	175	35	50	60	0,38	5	6
	200	40	60	80	0,39	5,5	18
	300	60	80	100	0,70	2,2	6,5
	400	80	100	125	1,0	3,8	4,2
	500	100	125	160	1,5	3,5	7
	625	125	150	200	1,5	3,5	9

weise Silber, Kupfer, Blei, Zink, Zinn oder dergleichen, hat nun die Eigenschaft des offenen Schmelzleiters und ist so bemessen, daß sie bei Überlast in jedem Falle licht-

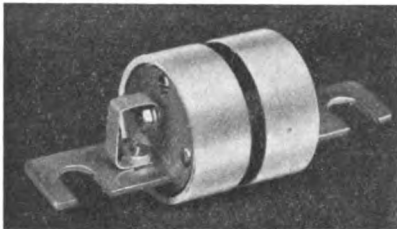


Abb. 4. Drei-Strecken-Maschennetzpatrone
500 V, 350 A.

bogenfrei durch Abschmelzen trennt. Bei diesem Vorgang bleibt dann die Schmelzstrecke II unbeschädigt und

Zahlentafel 2. Nennstromstärken und Abschmelzzeiten (in s) für Sicherungspatronen.

Querschn. mm²	Dauer- belastg. A	Abschlg. n. VDE A	Kurzschlußstrom in Amp.																	
			100	125	150	200	300	400	500	700	800	1000	1500	2000	2500	3000	4000	5000	6000	7000
6	31	25	1,0	0,5	0,3	0,14	0,055	0,03	0,018	0,009	0,007	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	43	35	6	1,7	0,8	0,39	0,13	0,065	0,04	0,02	0,015	0,009	—	—	—	—	—	—	—	—
16	75	60	—	150	15	3,2	0,7	0,31	0,16	0,075	0,055	0,033	0,015	0,008	0,005	—	—	—	—	—
25	100	80	—	—	—	18	1,9	0,73	0,38	0,15	0,11	0,07	0,03	0,017	0,01	0,007	—	—	—	—
35	125	100	—	—	—	220	6,5	1,6	0,75	0,3	0,2	0,13	0,05	0,028	0,017	0,012	0,006	0,005	—	—
50	160	125	—	—	—	—	25	4,5	1,7	0,6	0,39	0,22	0,08	0,048	0,03	0,02	0,01	0,007	0,0045	—
70	200	160	—	—	—	—	1200	30	7	1,5	0,95	0,47	0,18	0,083	0,053	0,035	0,02	0,013	0,008	0,006
95	240	200	—	—	—	—	—	350	40	5	3	1,15	0,37	0,20	0,11	0,073	0,04	0,026	0,017	0,013
120	280	225	—	—	—	—	—	—	110	9	5	1,8	0,54	0,26	0,15	0,1	0,054	0,036	0,027	0,018
150	325	260	—	—	—	—	—	—	—	28	11	3,6	0,88	0,43	0,23	0,17	0,08	0,052	0,036	0,024
185	380	300	—	—	—	—	—	—	—	100	30	8	1,5	0,65	0,34	0,24	0,12	0,07	0,05	0,035
240	400	350	—	—	—	—	—	—	—	800	200	23	3	1,3	0,6	0,38	0,22	0,12	0,08	0,06
300	540	430	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

übersichtliche, einfache Absicherung des Netzes wird damit gewährleistet und außerdem, was sehr wichtig ist, eine einfache Lagerhaltung ermöglicht.

NH-Patronen für Maschennetze und Sonderzwecke.

Bei Maschennetzen ist eine besonders kurzschlußträge Sicherung erforderlich. Erwünscht ist aber, daß diese Sicherung auch den Schutz des Kabels gegen Überlast übernimmt. Noch weiter geht die schon oft gestellte Forderung, daß die Patronen in Gleichstromnetzen auftretende Erdschlüsse in ihrer Entstehung abschalten soll. Diese Forderungen sind nun vollkommen erfüllt durch die nachstehend beschriebene NH-Sonderpatrone (DRP. und Auslandspatente angemeldet).

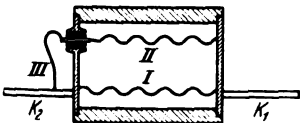


Abb. 3. Schematische Darstellung einer kurzschlußträgen Drei-Strecken-Maschennetzpatrone.

Wie Abb. 3 zeigt, hat die Patrone drei Schmelzstrecken. Durch zweckentsprechende Wahl des Werkstoffes kann fast jede für die Praxis wünschenswerte thermische Kennlinie erzielt werden. Von diesen drei Schmelzstrecken liegen I und II im Innern der Patrone in einem Löschmittel. An der Anschlußkappe K₁ sind die beiden Schmelzstrecken verbunden, wogegen an der Anschlußkappe K₂ die Hauptschmelzstrecke I angeschlossen ist, während die Schmelzstrecke II mit Durchführungen isoliert durch diese Kappe geleitet wird. Eine Schmelzstrecke III verbindet nun die Anschlußkappe K₂ mit der vorherbeschriebenen Schmelzstrecke II, wodurch zwei hintereinander geschaltete Schmelzstrecken III und II entstehen. Die Schmelzstrecke III, bestehend aus beispiels-

weise Silber, Kupfer, Blei, Zink, Zinn oder dergleichen, hat nun die Eigenschaft des offenen Schmelzleiters und ist so bemessen, daß sie bei Überlast in jedem Falle licht-

bogenfrei durch Abschmelzen trennt. Bei diesem Vorgang bleibt dann die Schmelzstrecke II unbeschädigt und

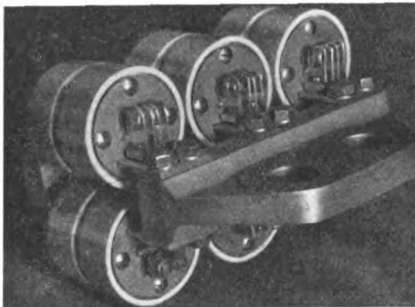


Abb. 5. Drei-Strecken-Maschennetzpatrone
500 V, 2000 A.

Umfangreiche Versuche haben ergeben, daß es nach diesem Verfahren möglich ist, Sicherungen zu bauen, die auch die größten vorkommenden Kurzschlußleistungen lichtbogenfrei bewältigen und dabei so kurzschlußträge sind, daß auch bei engvermaschten Netzen höchster Belastungsdichte ein trennscharfes Abschalten gewährleistet ist. Länger andauernde Überlasten, selbst im Entstehen begriffene Erdschlüsse bewirken ein einwandfreies Ansprechen (vgl. die Kurve für die Maschennetz-sicherung in Abb. 2).

Bei großem Kurzschlußstrom schalten stets nur die im Innern in Löschmittel liegenden Strecken I und II wie bei jeder normalen NH-Patrone geräuschlos und ohne jede Nebenerscheinung ab. Bei Überlast schmilzt Strecke III vollkommen lichtbogenfrei ab, da eine Spannungsunterbrechung durch die in diesem Augenblick noch bestehende Strecke I verhindert wird. Wenn im Grenzfall

alle Strecken gleichzeitig den Schmelzpunkt erreichen, dann verhindert die augenblickliche Löschung der Schmelzstrecke II das Aufkommen eines Lichtbogens in Strecke III. Die freiliegende Strecke III läßt sich gut überwachen. Für besonders hohe Anforderungen kann sie in eine besondere Kammer gelegt werden. In jedem Falle spricht auch die an der Patrone befindliche Anzeigevorrichtung (Unterbrechungsmelder) gut an.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß in fast allen Fällen die beschriebene Universal-Netzpatrone allen Anforderungen gerecht wird, die an ein neuzeitliches Netz gestellt werden können. In der Maschennetz-sicherung (Dreistreckenpatrone) ist das Problem der kurzschluß-trägen Patrone mit niedrigem Grenzstrom gelöst. Daß dieses Problem auch in den weitgehend vermaschten amerikanischen Netzen besteht, beweist z. B. eine Notiz in der ETZ 58 (1937) S. 379.

II. Hochspannungs-Hochleistungssicherungen.

Auf diesem Gebiete sind in den letzten Jahren von verschiedenen Firmen große Fortschritte erzielt worden, so daß heute Hochspannungs-Hochleistungspatronen mit körnigem Löschmittel mit einer Abschaltleistung von 350 MVA zur Verfügung stehen. Beim Bau von HH-Patronen ist es wesentlich, daß die durch den Lichtbogen erzeugten Dämpfe keine neuen Brücken bilden können. Um das zu verhindern, wird der Patronenraum in eine größere Anzahl von Waagrecht- und Senkrechtkammern aufgeteilt. Die Schmelzleiter erhalten nun eine besondere Führung, und zwar sind die eingesetzten Scheiben aus Gipsasbest oder einem ähnlichen Werkstoff mit düsenartigen Durchführungen versehen, die einen entstehenden Lichtbogen eng einschnüren. Die Senkrechtestege trennen jede Waagrechtkammer in zwei Teile. Der Schmelzleiter wird nun beim Übergang von einer Kammer in die andere jedesmal um 90° umgelenkt, so daß auch hier der Lichtbogen wieder eingegrenzt wird (Abb. 6).

Die Trennscheiben sind aus Gipsasbest, wogegen die Abstandsstege aus Steatit oder Hartporzellan hergestellt sind, denn der an sich hygroskopische Gipsasbest könnte unter Umständen Überschlüge verursachen. Die Hartporzellanteile geben aber genügend Isolation für die betreffende Spannungsreihe. Diese Patronen haben eine Abschaltleistung von mindestens 350 MVA. Eine sehr deutliche und schon von weitem auffallende Anzeigevorrichtung ist in einer Glashaube auf dem oberen Teil der Patrone eingebaut. Die Anzeigevorrichtung besteht aus einer signalroten Glaskugel von 25 mm Dmr., welche nach Abschmelzen der Sicherung in die Glaskappe durch eine Feder hineingedrückt wird.

Wenn es schon bei Niederspannungspatronen Schwierigkeiten machte, die beiden Forderungen Kurzschluß-trägheit und Überstromschutz zu vereinigen, so ist dies bei der Hochspannungspatrone bisher noch viel schärfer zum Ausdruck gekommen. Heute gibt es noch HH-Patronen, welche die Überlast einwandfrei abschalten, dagegen im Kurzschlußfalle viel zu flink sind. Im prakti-

schen Netzbetrieb geht man auf Grund von Erfahrungen dazu über, auf Überlastschutz zu verzichten und um ein Mehrfaches überzusichern, damit die Niederspannungssicherungen auch wirklich vor den Hochspannungspatronen abschalten. Es lag nun nahe, auch für HH-Patronen das bereits für die Niederspannungspatrone geschilderte Verfahren anzuwenden. Die Anwendung von drei Schmelzstrecken wird bei der HH-Patrone beispielsweise auf folgende Art gelöst: Gemäß Abb. 7 werden zwei Patronen

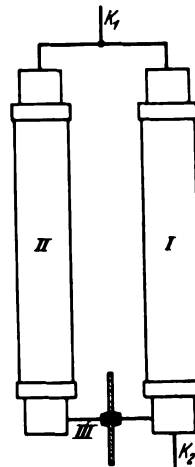


Abb. 7. Schematische Darstellung einer Dreistrecken-HH-Patrone.

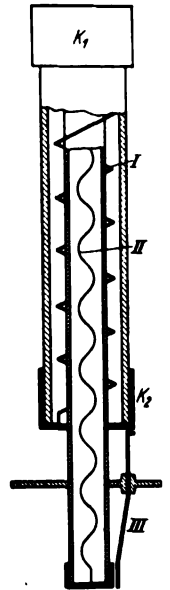


Abb. 8. Schematische Darstellung einer Dreistrecken-HH-Patrone.

als Schmelzstrecke I und II parallel geschaltet. Die oberen Kontaktkappen sind miteinander verbunden, wogegen die unteren Kontaktkappen getrennt sind und wieder die Verbindung durch Strecke III, bestehend aus Silber, Kupfer, Blei usw., erhalten. Um nun bei der Schmelzstrecke III unter allen Umständen einen Überschlag zu vermeiden, wird eine keramische Trennwand zwischen die beiden Kontakte gesetzt, die für den Durchgang der Schmelzstrecke III düsenartige Durchführungen erhält. Der Vorgang ist hier derselbe wie bei der Niederspannungspatrone. Durch geeignete Bemessung der drei Schmelzstrecken können die verschiedensten thermischen Kennlinien ohne weiteres erzielt werden.

Eine weitere Ausführungsart ergibt Abb. 8, bei welcher zwei Rohre ineinander geschachtelt werden. Das stärkere Außenrohr enthält beispielsweise die Schmelzstrecke I, verlegt in einem Kammerensystem, das innere Rohr die Schmelzstrecke II in gleicher Art, wobei jedoch das innere Rohr ein Stück herausragt. Die Schmelzstrecke III überbrückt jetzt den unteren Hauptkontakt der Sicherung bis zum unteren Ende des verlängerten Innenrohres. Bei Überlast schmilzt auch hierbei die Strecke III zuerst lichtbogenfrei ab. Eine Trennscheibe mit düsenartigen Durchführungen verhindert Überschlüge.

Damit wird die Herstellung von HH-Patronen ermöglicht, die es gestatten, die bisher wenig geklärte Frage der Vereinigung von thermischen Kennlinien in Hoch- und Niederspannung systematisch anzufassen, so daß es ohne weiteres möglich ist, die in Abb. 2 gezeigte „Normalkurve“ („Universalpatrone“) für Hoch- und Niederspannung anzuwenden. Man kann dann auch einen Absicherungsplan in der einfachsten Weise aufbauen.



Abb. 6. Innenaufbau einer Hochspannungs-Hochleistungssicherung.

NACHRICHTEN AUS DER INDUSTRIE.

Installationstechnik.

621. 315/ 316

Ein ausgeglichenes Programm von **Dreh- und Klipp-schaltern** zeigt Leopold Kostal, Lüdenschied i. W., so auch die schon früher an dieser Stelle eingehend beschriebenen Schalter¹⁾. Da die Lebensdauer von Drehschaltern in starkem Maße von der Haltbarkeit der Schleuderfeder abhängt, ist auf die Ausbildung und Anordnung dieser Feder besondere Sorgfalt verwendet worden. Der Durchmesser der Schleuderfeder wurde so groß wie irgend möglich gewählt, und sie wurde im Schalter so angeordnet, daß sie die in dem Schalt-rad gekuppelten Schlagwerkteile umgreift. Einen kräftigen Isolierstoffschalter („Mammut“) für feuchte Räume zeigt Abb. 1. Beim Kipphebelschalter sei auf die gute Geräuschdämpfung hingewiesen. Alle beweglichen Teile sind an einem Tragbügel aufgehängt; zwischen diesem Bügel und dem Sockel ist die geräuschkämpfende Einlage so angeordnet, daß die Schaltschwingungen auf den Tragbügel beschränkt bleiben.



Abb. 1. Feuchtraumschalter.

Der in Schaltanlagen und in der Industrie zum Einschalten von Motoren viel gebrauchte **Paccoschalter** ist wesentlich verbessert worden dadurch, daß es den Siemens-Schuckertwerken gelungen ist, die Paketscheiben aus keramischem Werkstoff herzustellen. Ihre Genauigkeit sowie die neuartige Befestigungsweise der Anschlußklemmen an den Steatitscheiben ermöglichen den bisher nur mit gepreßten Isolierstoffscheiben erreichten genauen Zusammenbau und bieten darüber hinaus die bekannten Vorteile hinsichtlich Isolation und Lichtbogensicherheit. Ein allmähliches Entstehen von Kohlebrücken ist bei diesen Schaltern auch bei stark induktiver Abschaltleistung ausgeschlossen. Die hohe mechanische Haltbarkeit des Sprungwerkes macht den für 15 und 25 A ausgeführten Paccoschalter mit Steatitscheiben zu einem vielseitig verwendbaren Schaltgerät.

Bei Gebr. Vedder GmbH., Schalksmühle i. W., sieht man u. a. einen **Eindruckknopfschalter**, der für Einbau, z. B. in Nachttischlampen, bestimmt ist und trotz sehr geringer Abmessungen hohe Schaltleistung besitzt. Der in einem geschlossenen Isolierstoffblock aufgebaute Schalter von etwa 8 mm Höhe (ohne Knopf) verträgt z. B. 20 000 Stellungswechsel bei 4 A, 275 V (Prüfvorschrift für Norwegen) und ist in allen wichtigen europäischen Staaten zugelassen. Die Firma zeigt weiter eine **Unterputzdose** aus Bakelit als Austausch für die verbleibenden Dosen. Die Dose hat einen gleichzeitig als Reduzier-nippel ausgebildeten Kombinationsnippel.

Für die **Fernschaltung**, z. B. von Lampen, unter Verwendung dünner Steuerleitungen hat Franz Baumgartner, Köln-Klettenberg, ein einfaches und sinnreiches Gerät (DRP.) geschaffen, das bis etwa 300 W zu schaltende Leistung (bei 220 V) brauchbar ist. Zur Schaltmagnet-spule gehören zwei kurze Eisenkerne (Abb. 2a), die beim Drücken des Steuerdruckknopfes beide in die Spule hineingezogen werden (Abb. 2b). Das obere Kernstück ragt dann oben mit einem angesetzten Isolierstück

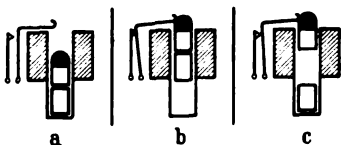


Abb. 2. Schema eines Fernschalters.

aus der Spule heraus, klemmt sich in einer leichten Federung fest und schließt dabei den Nutzkontakt. Beim Loslassen des Steuerdruckknopfes fällt das untere Kernstück zurück (Abb. 2c), das obere bleibt eingeklemmt, bis es bei nochmaliger Kontaktgabe in die Spulenmitte zurückgerissen wird, wodurch sich der Nutzkontakt öffnet; das untere Kernstück liegt in diesem Falle zu weit vom Feld ab und wird nicht hochgezogen.

Die Rolle, welche die Aluminiumleitungen in der Installationstechnik zu spielen berufen sind, äußert sich auch durch die Neukonstruktion der Zubehörteile. So sehen wir bei Lindner & Co., Jecha-Sondershausen, neue **Sicherungselemente für Aluminiumleitungen**. Durch eine lose eingelegte Zwischenlage aus Cupalblech, einem plattierten Doppelmetallblech²⁾, wurde die Möglichkeit geschaffen, sowohl Kupfer- als auch Aluminiumleitungen unmittelbar an die Sicherungselemente heranzuführen. Zwischen Anschlußschiene und Druckstück sind zwei frei bewegliche und herausnehmbare Platten gleicher Form aus Cupalblech angeordnet, welche auf ihrer der ankommenden Aluminiumleitung zugewandten Seite mit einer Aluminiumschicht überzogen sind, während die aufgewalzte Kupferlage den Messing- bzw. Kupferanschlußteilen des Sicherungselementes anliegt. Zwischen dem Druckstück und den Schraubenköpfen werden Federringe aus Stahl vorgesehen, die durch ihre Formgebung einen dauernden zuverlässigen Kontaktdruck auch bei Nachgeben des Alu-Leiters sichern. — Bei Abzweigungen, -ringen und -klemmen haben Lindner & Co. an einer Klemmendausführung festgehalten, die sich hinsichtlich Form und Abmessungen an die bekannten 9 mm-Schlitzklemmen anlehnt. Die erweiterte Schlitzbreite gestattet das Unterklemmen von drei Aluminiumdrähten mit einem Leitungsquerschnitt von 4 mm². In der Klemme ist unverlierbar ein axial verschiebbares Winkelstück aus Cupalblech angeordnet, dessen Aluminiumseite den Klemmenwänden zugekehrt ist. In diese Cupaleinlage werden die Kupferdrähte eingeführt. Seitlich hochstehende Lappen sorgen dafür, daß die Kupferleitungen nur mit der inneren Kupferseite der beweglichen Cupaleinlage, jedoch nicht mit der Klemme selbst in Berührung kommen, so daß die Gefahr einer selbst unbeabsichtigten Berührung zwischen Teilen mit unterschiedlicher Spannungsabhangigkeit vermieden ist. Der für das Einlegen vom 4 mm²-Aluminiumleitungen vorgesehene Klemmschlitz wird um die Wandstärke der Cupaleinlage geschmälert und reicht nun für das Einlegen von drei Kupferleitungen mit einem Leitungsquerschnitt von 2,5 mm² aus. Eine zusätzliche Stahlfeder, welche gleichfalls unverlierbar zwischen Schlitzklemme und Cupaleinlage angeordnet ist, sorgt für eine dauernd innige Kontaktverbindung.

In der Größe eines normalen Sicherungselementes hat die Voigt & Haeffner AG., Frankfurt a. M., einen **Kleinselbstschalter** geschaffen (Abb. 3). Die Konstruktion dieses Schalters

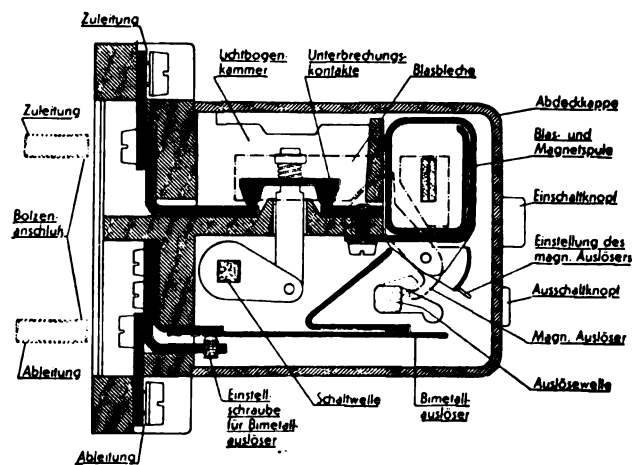


Abb. 3. Kleinselbstschalter.

¹⁾ ETZ 58 (1937) S. 222; 57 (1936) S. 251.

²⁾ Näheres s. S. 276 dieses Heftes unter „Werkstoffe“.

verwendet Isolierpanzerwerkstoff nicht nur als Isolator, sondern auch als Konstruktionsteil und stellt, unter Ausnutzung neuester Stanztechnik, eine interessante und räumlich günstige Lösung dar. Die aus dem Sockel herausragende Blaskammer ist Trägerin der festen Kontakte, der Blas- bzw. Magnetspule sowie des magnetischen Auslösers. Durch diese Anordnung war es möglich, eine doppelte Unterbrechung des Stromweges zu erzielen und die Schalt- und Kurzschlußleistungen sowie die Schaltgeschwindigkeit wesentlich zu steigern.

Für Hausanschlüsse, die statt mit Erdkabel mit kabelähnlicher Leitung, z. B. „Guro“, hergestellt werden, hat Paul Jordan, Berlin, **Freileitungs-Hausanschluß-Sicherungskästen** aus Isolierpreßstoff ausgestellt (Abb. 4). Die Kästen werden

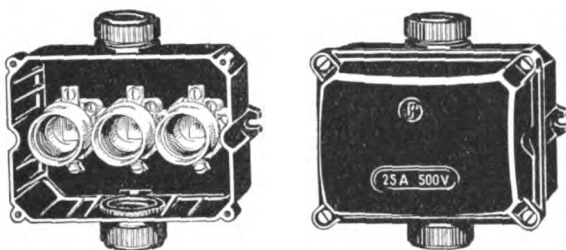


Abb. 4. Hausanschluß-Sicherungskasten für Freileitung; Isolierpreßstoff.

für 1- bis 3polige Absicherung 25 und 60 A gebaut, sind stabil und gefällig geformt, besitzen Haubenschlitzklemmen und beliebig ansetzbare Schnurring-Stopfbuchsen.

Von Christian Geyer G. m. b. H., Nürnberg, wurde eine in enger Zusammenarbeit mit der Bewag konstruierte **Hauptleitungs-Abzweigklemme** für Aluminiumdraht-Abzweige, und zwar für Querschnitte bis 16 mm² in vier-, zwei- und dreipoliger Ausführung neu herausgebracht. Nachdem man sich bzgl. des Verhaltens von Aluminiumdrähten unter Druck darüber klar ist, daß das Aluminium an der Druckstelle im Laufe der Zeit nachgibt, ist eine Gefahr darin zu erblicken, daß derartig hergestellte Kontaktstellen allmählich zu Schmorstellen werden. Daher konnte eine zufriedenstellende Lösung nur mit solchen Druckkontakten ermöglicht werden, welche gleichzeitig eine Federwirkung besitzen. Die nach diesen Gesichtspunkten gebauten Schellenklemmen sind bezüglich der Federung noch verbessert worden. Breite Schellenaufklappflächen mit oder ohne Cupalblechzwischenlagen sichern eine großflächige Umschließung des Leiters, während die Schellendruckplatten durch sinnreiche Formgebung eine sehr nachhaltige Eigenfederung besitzen, deren Spannkraft auch bei mehrmaligem Auf- und Zuklemmen keine Einbuße erleidet. Schließlich hat die neue Klemme noch die zweckmäßige Annehmlichkeit, daß die abgezweigten Leiter nicht mehr die Steigleiter kreuzen.

Aus dem Gedanken des Werkstoff austausches ist eine vollständig aus Isolierstoff hergestellte **Klemme** für Installationsleitungen entstanden (Firma Willi Hoffmann, Schweinfurt a. M., ausgestellt bei Christian Geyer). Der Klemmenkörper besteht aus Steatit, die Leiter werden durch eine Schraube aus Kunsthorn zusammengepreßt. Die Klemmen sind für alle Verlegungsarten verwendbar, bedingen nur wenige Typen und daher geringe Lagerhaltung.

Die Erk GmbH., Ruhla, hat die Reihe ihrer **Klemmleisten** um die sog. „Riesen“-Klemmleiste erweitert, die für Querschnitte bis 16 mm² geeignet ist. Die Leiste besteht aus braunem Bakelit mit vernickelten Messing-Schraubklemmen und ist wie eine Schokoladetafel in 12 Einzelklemmen, 6 zweipolige Klemmen usw. zerlegbar. Zwischen je zwei Einzelklemmen befinden sich Befestigungslöcher; Abmessungen der Leiste: 170 × 30 × 20 mm.

Eine Neukonstruktion **abschaltbarer Gerätesteckdosen** hat Carl Friedr. Lübold, Lüdenscheid i. W., entwickelt, und zwar mit folgenden Merkmalen: Dank besonderer Form der Kontakthülse Temperaturabfall von 220° auf 100°, weshalb die Kontaktfeder durch übermäßige Hitze nicht erlahmen kann. Die neue Konstruktion im Steatitschieber bewirkt einen Momentabrisß; eine Rastensperrefeder, die als Blattfeder ausgebildet ist und mit je einem senkrecht angeordneten Ende vor die Stirnseite des Schaltorgans greift, verhindert ein Ver-

sagen des Vorschnellens. Wird der Druckstift betätigt, so spannt sich die Feder, da das Schaltorgan zunächst festgehalten wird. Erst wenn die Spannung der Feder den Rastenwiderstand überwindet, wird das Schaltorgan freigegeben und schnell mit hoher Geschwindigkeit in die andere Schaltstellung. Der Schalter leistet bei Nennspannung und 220° Steckerstifttemperatur 20 000 Stellungswechsel bei 1,25fachem Nennstrom.

Für Feuchtraumarmaturen zeigen Hoppmann & Mulsow, Hamburg, ein verbessertes **Stopfbuchsensystem**. Die Sechskantverschraubung ist als Rillnippel, sog. SR-Nippel, ausgebildet und kann, statt mit den bisher üblichen Werkzeugen, mit

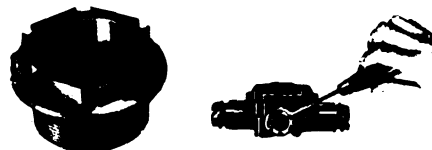


Abb. 5. Stopfbuchsensystem für schnelle Montage.

einem einfachen Hakenschlüssel angezogen werden (Abb. 5). Dadurch wird die Montage einfacher und die Abdichtung besser. Ein Schlüssel genügt für sämtliche Stopfbuchsengrößen.

Aus den Erzeugnissen der Firma Wilhelm Sihn jr., Niefern (Baden), sei ein **zweiteiliger Starkstrom-Wandstecker**

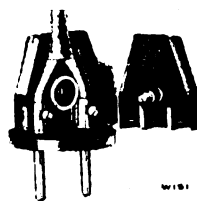


Abb. 6. Wandstecker.

herausgegriffen, der in zwei ungleichen Teilen mit unverlierbarer Verbindungsschraube aus Isolierstoff gepreßt ist; Anschluß der Adern in Schraubhülsen, Zugentlastung durch Riffelung der beiden Teile in der Einführung. Wesentlich ist, daß der größere der beiden Teile eine Griffhälfte und den ganzen Ringsockel umfaßt; die andere ist lediglich ein mit Überlappungen

aufgepaßter Deckel als zweite Griffhälfte (Abb. 6). Unter dem Gesichtspunkt „schnellstes Arbeiten“ haben die Firmen Gebr. Berker und Albrecht Jung, beide Schalksmühle i. W., **Geräte-Anschlußkästen** ausgestellt mit eingebauten, abgesicherten Schuko-Steckdosen. Sämtliche erforderlichen Verbindungen innerhalb des Kastens sind fabrikmäßig hergestellt, so daß vom Installateur nur noch Zu- und Ableitung anzuschließen sind. Die Kästen dienen dem Anschluß von Herden und von allen anderen Haushaltgeräten in Räumen, die eine Nullung bzw. Schutzschaltung erfordern. Die in den Kästen vorgesehenen Schuko-Steckdosen sind besonders abgesichert und für Licht-, Haushalt- oder Gewerbetarif lieferbar. Die gleichen Firmen zeigen noch zweckmäßige und geschmackvolle Schwachstrom- und auch Radio-Kombinationen.

Die **Reihenschellen** von Niedergesäss & Co., Berlin, bei denen keramische Schellenkörper in stählerne Gleitschienen

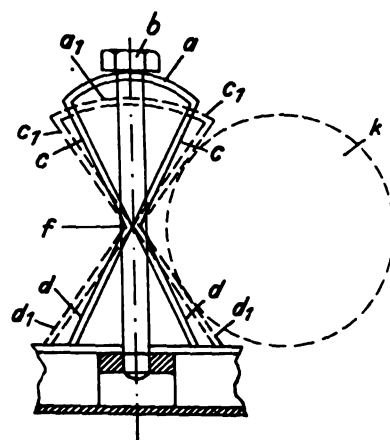


Abb. 7. Reihenschelle für Kabel.

eingezogen und mit Hilfe von Schraube und Gleitmutter festgezogen werden, sind auch für die Verlegung von Stahlpanzer-, Peschel-, Isolierrohr und ähnlichen Rohrleitungen durch-

gebildet worden. Dieses Reihenschellen-Prinzip findet neuerdings auch für Kabelverlegung und größere Register Anwendung. Hierzu werden besonders starke Profilschienen vorgesehen. Neu sind dabei die für Kabel geeigneten etwa X-förmigen Schellenkörper. Abb. 7 erläutert die Wirkungsweise. Wird die Schraube *b* kräftig angezogen, so drückt sich der bogenförmige Bügel *a* nach unten durch; er verflacht sich, und die Schenkel *c d* werden dadurch in die gestrichelt gezeichnete Stellung *c₁ d₁* gedrückt. Das hat zur Folge, daß sich die Schenkel oben und unten fest gegen das Kabel *k* legen, das dadurch zuverlässig und doch elastisch eingespannt wird. Die Schenkel *c d* haben im Knick eine Aussparung; dadurch erreicht man, daß sie sich im Punkt *f* berühren und trotzdem der Schraube *b* freien Durchgang und gute Führung geben. Durch die Berührung bei *f*, die natürlich erst nach dem Festspannen eintritt, wird der an sich federnde Körper sehr widerstandsfähig. Mit nur zwei Modellen lassen sich z. B. Durchmesser von 30 bis 80 mm befestigen. — Außerdem wird eine neue **Bügelschelle** für Kabel gezeigt, die an der Schiene des Registers mittels Kniehebelfußes und Spannschraube befestigt wird. Der Fuß läßt sich an jeder beliebigen Stelle der Profilschiene einsetzen. Auch diese Schelle gestattet eine feste, enggliedrige und saubere Montage selbst schwerster Kabelregister.

Zum **Abblinden und Isolieren** von Leitungen zeigt die Fa. Paul Hellermann, Hamburg, das bereits bekannte, jetzt aber mit drei bzw. sechs Dornen ausgestattete Werkzeug, mit dessen Hilfe Gummitüllen fest über das abisolierte Leitungsende gezogen werden. Die Tüllen sind dies Jahr auch mit Ziffern oder Buchstaben zur Kennzeichnung ausgestattet; ferner wurden Formtüllen für Fernsprechnüre entwickelt. Die Tüllen sind besonders für den Anschluß von Aluminiumleitungen wertvoll und können auf Wunsch auch aus Buna geliefert werden.

Antriebstechnik, Elektrowerkzeuge.

621. 34

Für die Drehzahlregelung von elektromotorischen Antrieben ist der läufergespeiste Drehstrom-Nebenschlußmotor ein unentbehrliches Antriebsselement geworden. Neben der stufenlosen und verlustlosen Drehzahlregelung, die dieser Motor gestattet, sind der direkte Anschluß an Drehstrom, die Einfachheit im Aufbau und in der Wirkungsweise und die sich hieraus ergebende hohe Betriebssicherheit von besonderem Vorteil. Die Siemens-Schuckertwerke zeigen auf der Messe Sonderschaltungen für **läufergespeiste Drehstrom-Nebenschlußmotoren**, die die weitgehende Anpassung dieser Antriebe an die verschiedensten Betriebsforderungen zeigen. Für eine Reihe von Antrieben, z. B. in der Textil-, Papier- und Werkzeugmaschinenindustrie, ist es erforderlich, die Arbeitsmaschinen in möglichst kurzer Zeit bis zum Stillstand abzubremsen. Bei der Gegenstrombremsung besteht bekanntlich die Gefahr, daß der Motor in entgegengesetzter Richtung wieder hochläuft. Um diesen Nachteil zu vermeiden, wird die Gleichstrombremsung verwendet. Zu diesem Zweck wird dem vom Netz getrennten, läufergespeisten Drehstrom-Nebenschlußmotor an zwei Schleifringen (also über zwei Phasen) Gleichstrom zugeführt. Die Gleichstromquelle, vorteilhaft ein kleiner Trockengleichrichter, braucht nur den Spannungsabfall in der Primärwicklung zu decken, der einige Prozent von der Netzspannung des Drehstromnetzes beträgt. — Eine plötzliche Umkehr der Drehrichtung kann durch Vertauschen von zwei Phasenanschlüssen erreicht werden. Dabei wird im Sekundärstromkreis zwischen Stromwender und Ständerwicklung ein Widerstand eingeschaltet. Durch die Größe dieses Widerstandes kann man in bestimmten Grenzen die Umkehrzeit des Antriebes beeinflussen. Nach der Drehrichtungsumkehr wird durch ein Zeitrelais nach einer bestimmten einstellbaren Zeit der Motor wieder vom Netz getrennt.

In einer ganzen Reihe von Antriebsfällen müssen Getriebe eingeschaltet werden. Die Himmelwerk AG., Tübingen, baut für solche Fälle vollständige **Getriebemotoren**. Für unmittelbare Kupplung, Flach- und Keilriementrieb sowie Zahnrad- und Kettenradantrieb kommt hauptsächlich der ausgestellte Getriebemotor in Fußbauart in Betracht. Die ebenfalls gezeigte Flanschbauart eignet sich bei senkrechter Anordnung u. a. besonders für Rührwerksantriebe. Mit waagrecht liegenden Getriebe-Flanschmotoren läßt sich der Antrieb von Förder- und Arbeitsrollgängen für Walzenstraßen vor allem deshalb vorteilhaft bewerkstelligen, weil der über das Motorgehäuse hinausragende Getriebeteil nach unten ausladet und somit Beschädigungen der Getriebemotoren durch das Fördergut ausge-

schlossen sind (vgl. Abb. 1). Ein Getriebemotor mit angebaute Elektrobremse ist für Arbeitsmaschinen gedacht, die oftmals ein- und ausgeschaltet oder nach Ausschalten rasch abgebremst werden müssen.

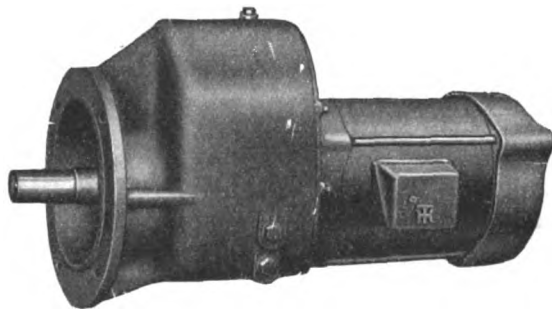


Abb. 1. Getriebe-Flanschmotor.

In den letzten Jahren stellte der Kraftwagenbau immer größere Forderungen an die Karosseriepressen. Bemerkenswert ist eine neue **Karosserie-Ziehpresse** der Maschinenfabrik Weingarten für einen Druck des Ziehstößels von 500 000 kg und einen Ziehstößelhub von 880 mm. Die Presse hat eine Preßlufteinrichtung im Tisch und Stößel. Das Neuartige an dieser Presse ist die Einstellbarkeit in den Arbeitsgängen von Blechhalter und Ziehstößel, die ganz unabhängig voneinander erfolgen kann. Die Maschine wird vollelektrisch durch Druckknöpfe gesteuert. Die elektrische Ausrüstung lieferte BBC, Mannheim. Es sind vier Steuerstände angebracht mit Zweihandsicherung entsprechend den Unfallverhütungsvorschriften. Wenn die Presse von weniger als vier Stellen aus bedient werden soll, muß der Aufsichtsbeamte die ausfallenden Steuerstände durch Drehen eines Schalters mit Steckschlüssel überbrücken. Durch Betätigen eines weiteren Schalters kann die Presse augenblicklich stillgesetzt werden. Die Druckknöpfe sind mit pilzförmigen Knöpfen versehen, die eine bequeme Bedienung auch mit Handschuhen gestatten. Die verschiedenen Schaltungen werden durch einen Hauptschalter mit vier Schaltungen eingestellt.

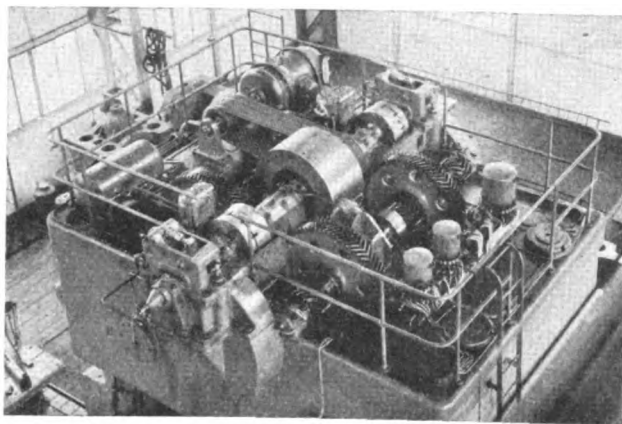


Abb. 2. Kopfstück einer Kurbelpresse mit Antrieb; Schutzhaube abgenommen.

Die Presse ist mit einem Schleifringläufermotor ausgerüstet. Die Bewegungen des Blechhalters und Ziehstößels werden mit je einer besonderen Kupplung erreicht, die beide durch einen Magnetbremslüfter betätigt werden. Die beiden Magnetbremslüfter werden mit Luftschiebern geschaltet. Das Kopfstück der Presse ohne Radschutzhaube stellt Abb. 2 dar; alle erwähnten Antriebssteile sind gut sichtbar. Die gegenseitige Steuerung von Blechhalter und Ziehstößel geschieht selbsttätig durch zwei Nockensteuerwalzen, die mechanisch vom Getriebe der Presse angetrieben werden.

Die zentrale Befehls- und Überwachungsstelle für Mehrmotorenantriebe, wie z. B. Getreidespeicher, baut das Sachsenwerk in der Form eines **Leuchtbild-Steuergerätes** (Abb. 3). Mit Hilfe des Wahlschalters kann durch Drehen einer Kontaktwalze ein gewünschter Arbeitsweg mit einem einzigen Griff eingestellt werden. Mit dem Einstellen des Arbeitsweges erscheint auf dem Bildträger das diesem Arbeitsweg zugeordnete hell erleuchtete Förderdiagramm, und zwar nur dieses allein. Das Bild ist eindeutig und wird nicht durch andere, dem eingestellten

Arbeitsweg nicht zugeordnete Symbole gestört. Mit der Einstellung des Arbeitsweges ist zugleich die Rückmeldung der auf dem Förderweg liegenden Verstellglieder auf das Leuchtbild gegeben. Die Größe des Bildes ist so gewählt, daß der Überblick von jeder Stelle aus gewahrt bleibt. Nach Betätigung der Warneinrichtung kann der eingestellte Arbeitsweg gemäß der

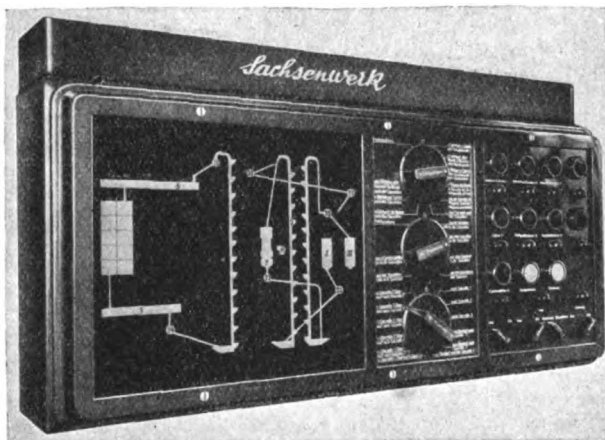


Abb. 3. Leuchtbild-Steuergerät mit zwei eingestellten, gleichzeitig laufenden Arbeitswegen.

Befehlsgabe von hintereinander aufleuchtenden Motorschaltlampen durch Betätigung der Motordruckknöpfe hochgefahren werden. Eine Schlußlampe quittiert die richtige Inbetriebnahme. Die Einfachheit der Bedienung des Gerätes erfordert kein geschultes Personal.

Im Haus der Elektrotechnik und in der Halle 21 stehen zwei Siemens-Tauchpumpen, die bereits durch ihre ungewöhnlichen Ausmaße auffallen. Die Pumpensätze, deren Nennleistung je 100 kW ist (Abb. 4), haben eine Länge von mehr als 3 m und ein Gewicht von fast 2 t. Sie waren auf der Internationalen Ausstellung in Paris 1937 in den schwimmenden Leuchtfontänen auf der Seine eingebaut und fördern je 3500 l/min bei einem Druck von 12 atü. Für die Pariser Fontänen wurden damals zusammen 25 Tauchpumpen mit einer Gesamtleistung von etwa 1000 kW geliefert.

Die SSW lieferten für eine erstmalig in Deutschland gebaute Fräsmaschine zur selbsttätigen Bearbeitung von Preßwerkzeugen nach Modell den Antrieb mit elektrischer Fühlersteuerung. Das in Leipzig ausgestellte Fräswerk (Bauart Collet & Engelhard) hat 3 Vorschubrichtungen: in Richtung der Frässpindel, waagrecht und senkrecht. Zum Antrieb der Frässpindel und jedes der 3 Vorschübe dienen Gleichstrom-Nebenschlußmotoren, so daß die jeweils wirtschaftlichste Arbeitsgeschwindigkeit durch Regler eingestellt werden kann. Alle Motoren sind druckknopfsteuert. Die Kommando-Schaltgeräte sind mit den Drehzahlreglern und den Signal- und Meßgeräten auf einer Kommandotafel am Stand des Arbeiters vereinigt.

Die Bearbeitung erfolgt nach dem Keller-Verfahren: Ein mit dem Fräsupport starr verbundener Kontaktfühler tastet das Modell ab und schaltet je nach der Oberflächenform des Modelles Magnetkupplungen für die einzelnen Vorschübe, deren Antriebsmotoren dauernd durchlaufen. Modell und Werkstück sind auf der gleichen Aufspannplatte befestigt. Da der Fräser den gleichen

Weg zurücklegt wie der Fühler, entsteht bei der Bearbeitung ein genaues Abbild des Modells. Die elektrische Kontaktfühler-Steuerung arbeitet derart, daß nach Wahl der wirtschaftlichen Arbeitsgeschwindigkeit und der Bearbeitungsrichtung (senkrecht oder waagrecht) die Motoren durch Druckknopfsteuerung angelassen werden. Fräser und Fühler werden in Richtung der Frässpindelachse selbsttätig vorgefahren. Stößt der Fühler auf Widerstand, so schaltet er auf die vorgewählte Bearbeitungsrichtung (senkrecht oder waagrecht) um. Infolge seiner besonderen Lagerung kann der Fühler auch seitlichen Druck auf das Kontaktsystem übertragen. Verstärkt sich der Druck auf die Spitze des Fühlers, so wird zunächst der Rückzug der Frässpindel zusätzlich eingeschaltet und bei weiter gesteigertem Druck der Vorschub in der Bearbeitungsrichtung abgestellt. Spindel und Fühler werden dann so lange zurückgezogen, bis der Fühler keinen Widerstand mehr findet. Sodann geht die Bearbeitung in der geschilderten Weise weiter. Wird der Rückhub der Fräsmaschine nicht zur Bearbeitung ausgenutzt, so kann er — nach selbsttätigem Rückzug von Frässpindel und Fühler — in Eilgang zurückgelegt werden. Auch das sogenannte Umrißfräsen, d. h. das Umfahren des Werkstückes in geschlossenen Kurven ist möglich.

Die Himmelwerk AG., Tübingen, zeigt u. a. eine bemerkenswerte Ausführungsart für einen Lutzenlüfter, der mit Außenläufermotoren ausgestattet ist; wie Abb. 5 erkennen

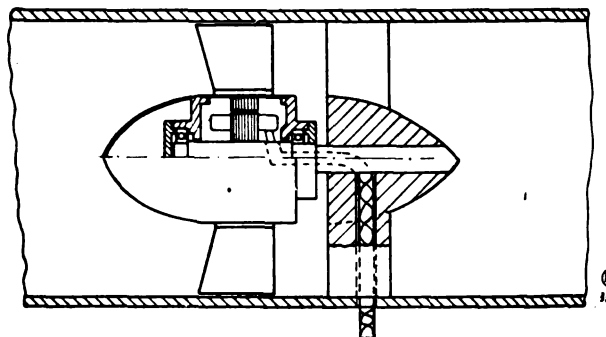


Abb. 5. Lutzenlüfter mit Außenläufermotor.

läßt, ist der Flügelkranz unmittelbar auf das umlaufende Motorgehäuse aufgesetzt. Außenläufermotoren sind ja eine Besonderheit des Himmelwerks; sie sind ebenso bei zahlreichen Schleif- und Poliermaschinen wie auch bei Fördertrömmeln zu finden.

Die Lüfter, von Großausführungen bis zum Tischfächer, finden sich überhaupt zahlreich auf der Messe. So zeigt z. B. die Firma Maico, Schwenningen a. N., eine ganze Reihe von Tischfächern, z. T. regelbar, zum Aufstellen und Aufhängen, z. T. in einer besonders dem Export angepaßten leichten Ausführung, die aber bei allen Tischfächern neuartig und geschmackvoll wirkt. — Auch die AEG ist mit einem neuen Lüfter vertreten, einem Deckenfächer mit drei Flügeln und mit Einphasen-Kondensatormotor. Wattverbrauch, Magnetisierungsstrom und Gewicht dieses Motors sind geringer als bei dem sonst üblichen Ferraris-Motor. Der Fächer mit Kondensatormotor kann, ohne stehen zu bleiben, auf sehr niedrige Drehzahlen herabgeregelt werden; die Höchstdrehzahl beträgt 200 U/min. Der feststehende Motorständer mit der Zweiphasenwicklung und dem Kondensator befinden sich innen; der Kurzschlußanker läuft in seinem Gehäuse, das Kugellagerung aufweist, außen um. Das Gehäuse trägt die drei für gute Luftleistung ausgelegten Aluminiumflügel in Propellerform. Die Hauptphase liegt unmittelbar am Netz, die Hilfsphase ist dauernd mit dem Kondensator in Reihe geschaltet.

Mit ihrem elektro-hydraulischen Kraftantrieb zeigen Metzner & Jung, Wuppertal-Elberfeld, ein vielseitig verwendbares Antriebsmittel. Als Fernantrieb für Ventile und Stellvorgänge verwendet man häufig Magnete oder Motorantriebe, die in den Grenzstellungen durch Endschalter stillgesetzt werden. Ein Nachteil des Magnetantriebes liegt in seiner schlagartigen Wirkung, während beim Motorantrieb die Schaltung mit Wendeschütz, Grenzschartern, das hoch übersetzte Getriebe und die Schwierigkeit einer genauen Hubbegrenzung nicht einfach sind. Der in Abb. 6 dargestellte hydraulische Antrieb bietet Vorteile durch seinen einfachen Aufbau, geringen Stromverbrauch, Wegfall der Hubbegrenzung, große Kraftwirkung, nahezu geräuschloses Arbeiten und hohen Kräfte-

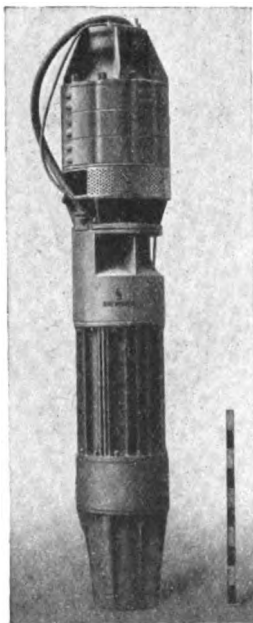


Abb. 4. Elektro-Tauchpumpe, 100 kW, 3500 l/min bei 12 atü.

überschuß. Besonders bewährt hat sich dieser Antrieb für die Fernsteuerung von Ventilen aller Größen bis 100 mm Durchlaß, ferner für die Verstellung von Klappen, Schiebern, Leistungsreglern usw. Der gleiche Antrieb läßt sich sowohl für periodische Steuerung verwenden, bei der z. B. der Durchlaß entweder voll geöffnet oder voll geschlossen ist, als auch für stetige Regelung mit beliebig vielen Zwischenstellungen.

Die Regelkräfte werden von einer kleinen elektromotorisch getriebenen Pumpe geliefert, die nur während des Öffnungsvorganges für einige Sekunden in Betrieb ist. Das Druckmittel wirkt auf eine großflächige Membran, deren Bewegung auf den Antriebshebel bzw. unmittelbar auf die Ventilschraube übertragen wird. Der Enddruck liegt auch wesentlich über dem für die Nennleistung erforderlichen Arbeitsdruck, so daß unerwartet auftretende zusätzliche Reibungskräfte und Hemmungen leicht überwunden werden. Die am Antriebshebel frei zur Verfügung stehende Hubarbeit beträgt bei den vorliegenden Modellen 100 bis 400 kgcm bei einer Hubdauer von etwa 20 s.

Die rückläufige Bewegung des Antriebs wird durch einen Druckausgleich zwischen Druckraum und Vorratsraum bewirkt und durch Öffnen des Steuerstromkreises ausgelöst. Der Antriebsmotor ist nur während des Öffnungsvorganges in Betrieb und während der ganzen folgenden Arbeitsperiode stromlos, so daß der Energieverbrauch des Antriebs ganz gering ist. Für stetige Regelung, bei welcher der Antrieb nicht in die Grenzstellung gefahren wird, sondern auf beliebige Zwischenstellungen eingeregelt werden muß, wird der Steuermotor in bestimmten Zeitabständen ganz kurzzeitig eingeschaltet. Der Antrieb führt dabei nur fein abgestufte Regelschritte im Sinne des Öffnungs- oder Schließvorganges aus, bis die den herrschenden Betriebsverhältnissen entsprechende Zwischenstellung des Steuergliedes erreicht ist. Der Kontaktgeber (Druck-, Temperatur-, Flüssigkeitsstand- oder Feuchtigkeitsregler) ist dabei mit einem Maximal- oder Minimalkontakt ausgerüstet, der nur so lange Kontakt gibt, als eine Abweichung vom gewünschten Betriebszustand vorhanden ist.

Unter den **Elektrowerkzeugen** ist in den letzten Jahren eine Reihe von Kleinst-Elektrowerkzeugen entwickelt worden. Neben dem allgemeinen Wunsch nach einem leichten handlichen

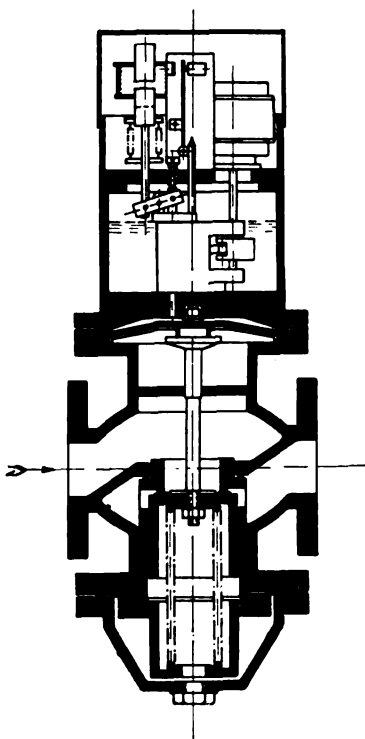


Abb. 6. Elektrohydraulischer Kraftantrieb.

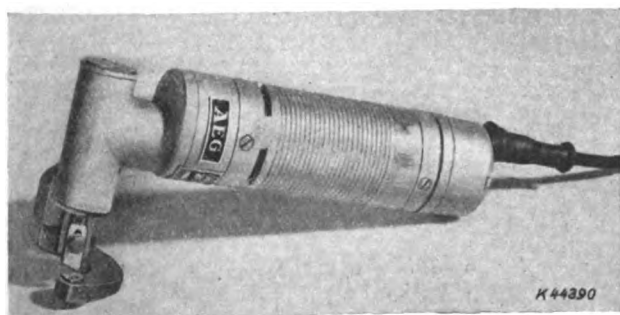


Abb. 7. Handkurvenschere (Eisenblech bis 1,6 mm Stärke).

Werkzeug waren es insbesondere der Flugzeugbau und ähnliche Betriebe mit schwer zugänglichen Werkstücken, die die Entwicklung eines Elektrowerkzeuges kleinsten Ausmaßes begünstigten. So entstand auch der „Fäustling“ der AEG, eine

Kleinst-Elektrobohrmaschine, die bequem von einer Hand umfaßt werden kann und eine Bohrleistung bis zu 4 mm in Stahl aufweist, und mit der bei Benutzung von Zusatzwerkzeugen, wie Fräserfeilen usw., die mannigfaltigsten Arbeiten ausgeführt werden können. Aus diesem Fäustling heraus wurden unter Verwendung des gleichen motorischen Teils Elektroschrauber entwickelt und aus dem kräftigeren Fäustling mit einer Abgabe von 50 W eine **Handkurvenschere** (Abb. 7), mit welcher Eisenblech bis zu 1,6 mm Stärke geschnitten werden kann. Der Schnitt kann geradlinig und auch in engen Kurven geführt werden, ist sauber und ohne Gratbildung. Bei geradem Schnitt wird eine Schnittleistung von 2,5 m/min bei 1,5 mm starkem Eisenblech erreicht. Der Schnittvorgang kommt in der Weise zustande, daß ein Exzenter ein Scherenmesser geradlinig gegen ein zweites festes Messer auf und ab bewegt. — Weitere praktische Elektrowerkzeuge der AEG sind z. B. Support-Schleifmaschinen, die für Abgabeleistungen von 250 bis 850 W gebaut werden.

Ein praktisches Werkzeug, wenn auch nicht unmittelbar ein Elektrowerkzeug, ist die **Quick-Sägeglocke** von Erich Strücker, Hamburg. Die Sägeglocke dient zum Herstellen von kreisrunden Löchern, Scheiben und Ringen von 18 bis 250 mm Dmr. und bis 32 mm Schnittiefe; derartige Arbeiten kommen ja auch im Schalttafel- und Gehäusebau recht häufig

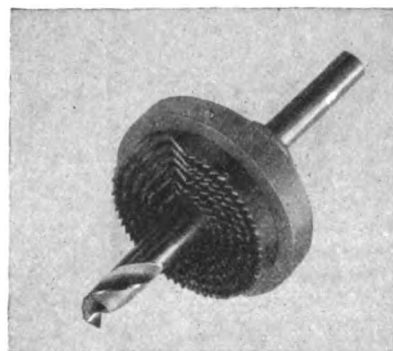


Abb. 8. Sägeglocke.

vor. Wie Abb. 8 zeigt, hat die Glocke zahlreiche Rillenkreise, in welche Sägekränze des jeweils gewünschten Durchmessers eingesetzt werden. Der in der Mitte zuerst am Werkstoff ansetzende Spiralbohrer sichert die Führung der Sägeglocke. Das ganze Werkzeug wird in eine feste oder eine Handbohrmaschine eingesetzt; im ganzen sind 224 verschiedene Schnittdurchmesser möglich.

Relais und Relaisprüfgeräte.

621. 318. 5

Das im Tarifgerät System Ferrari der AEG angewandte Festmengenmeßprinzip¹⁾ wird neuerdings auch zur Herstellung von **Schaltrelais** angewandt, die sich durch ihre vielseitige Anwendbarkeit auszeichnen.

Wenn ein bestimmter Sollwert der Leistung, der Blindleistung, der Gas- oder Wasserlieferung, der Umdrehungszahl, der Geschwindigkeit o. dgl. aufrechterhalten werden muß, so ist häufig die Steuerung nach Augenblickswerten nicht erwünscht. In allen den Fällen, in denen man Mittelwerte als maßgebend für das Eingreifen der Regelung verlangt, ist das neue Schaltrelais die bequemste Lösung. Es sei z. B. verlangt, daß eine Leistung von 120 kW mit einer Toleranz von $\pm 2\%$ eingehalten werden soll, wobei die Mittelwertbildung über eine Zeit von rd. 5 min gewählt wird. Dann ergibt sich, daß in 5 min 10 kWh verbraucht werden dürfen — diese Menge ist die sogenannte Festmenge. Wird sie zu schnell — also in weniger als 5 min — verbraucht, so wurden 120 kW überschritten; wird sie zu langsam — also in mehr als 5 min — verbraucht, so wurden 120 kW unterschritten. Man benutzt nun zwei Schaltrelais, die äußerlich einem Zähler ähneln und die entsprechend den Werten der Toleranz auf die Grenzwerte für 122,4 kW und 117,6 kW — d. h. die Grenzzeiten 4,9 min und 5,1 min — eingestellt sind. Das Gerät für die obere Grenzleistung schaltet nun beispielsweise eine Verbrauchseinrichtung ab, das Gerät mit der unteren Grenzleistung schaltet sie dagegen zu. Das Schaltgerät ist auch bei nichtelektrischen Zählern (Wasser, Gas) das gleiche und wird an das Wechselstrom-Lichtnetz angeschlossen. Die Schaltleistung des Relais beträgt 10 VA.

¹⁾ ETZ 57 (1936) S. 919.

Ein tragbares **Prüfgerät für Primärrelais** haben Brown, Boveri & Cie., Mannheim, ausgestellt. Dieses Gerät (Abb. 1) hat einen stetig regelbaren Prüfstrombereich von 5 bis 2500 A; der Prüfling kann über Kabel angeschlossen oder unmittelbar am Gerät befestigt werden. Dieser weite, praktisch notwendige Prüfstrombereich konnte durch Verwendung eines besonders ausgebildeten Streustegtransformators erreicht werden. Für die Speisung des Prüfgerätes dient eine Wechselstromquelle von 125, 220 oder 380 V, meist das Hausnetz. Für den Anschluß des in der Anlage belassenen Prüflings an die Klemmen des Prüfgerätes müssen entsprechend kräftige Kabel genommen werden.

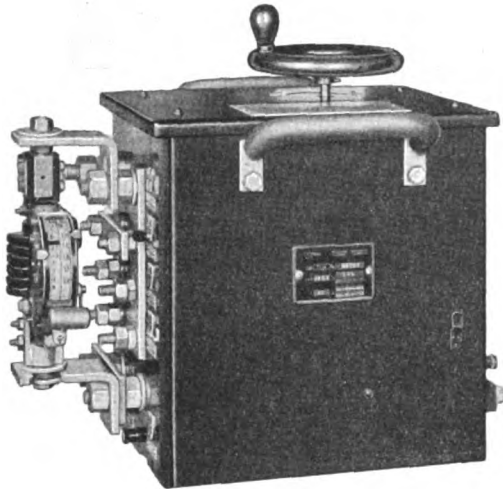


Abb. 1. Prüfgerät für Primärrelais.

Der unmittelbare Anbau des Prüflings ist besonders bei hohen Nennströmen vorzuziehen. Der Prüfstrom wird durch einen am Prüfgerät vorhandenen Drehschalter ein- und ausgeschaltet und durch Drehen eines Handrades stetig geregelt. Eingebaute Stromwandler mit entsprechenden Anschlußklemmen ermöglichen das Messen des Prüfstromes durch einen Stromzeiger mit Meßbereich bis 10 A. Weitere Klemmen dienen für den Anschluß eines elektrischen Sekundenmessers und für die Erdung des Gehäuses. Ein neben dem Hauptschalter eingebaute Druckknopf gestattet die Prüfung der Kurzschluß-Schnellauslösung des Hauptstromrelais, falls dieses damit versehen ist. Das Prüfgerät ist in seinen Abmessungen sehr klein gehalten, das Gewicht beträgt etwa 64 kg, so daß auch eine Beförderung im Personenkraftwagen gegeben ist.

Ein **Relaisprüfgerät** nach Dr. Richter, das sich einer Glimmlampe als Indikator bedient, hat Otto Pressler, Leipzig, entwickelt. Das Gerät dient zur Überprüfung der Arbeitsvorgänge beim Relais und gestattet die genaue Messung des Zeitpunktes und der Zeitdauer, die ein Relais an Spannung gelegt wird, sowie des Öffnungs- und Schließpunktes der durch die Relais gesteuerten Kontakte. Man vermag mit diesem Gerät infolgedessen sowohl die Verzögerung des Einschalt- und Ausschaltvorganges als auch die Güte und Gleichmäßigkeit der Kontaktgabe (Flattern, Springen u. dgl.) genauestens zu prüfen. Das Prinzipschaltbild zeigt die Abb. 2. Die Glimmröhre ist auf einer rotierenden Scheibe angebracht und wird über Schleifringe angeschlossen. Des weiteren trägt das Gerät ein Kontaktsegment, welches gestattet, in beliebiger Zeitdauer das Relais einzuschalten. Ein Umschalter ermöglicht es, die Glimmröhre zunächst an das Kontaktsegment zu legen, um die Zeitdauer zu messen, und anschließend an den Relaiskontakt, um die Kontaktdauer zu messen. Da die Glimmröhre jeweils während der Kontaktdauer aufleuchtet, entsteht auf der rotierenden Scheibe wegen der periodischen Wieder-

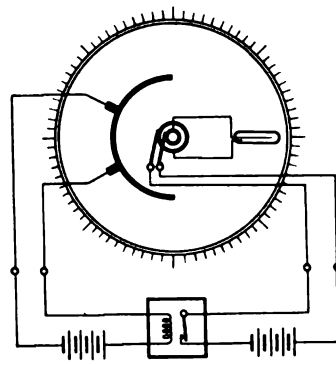


Abb. 2. Schaltung eines Relaisprüfgerätes mit Glimmröhre.

holung des Vorganges ein leuchtender Sektor, der mit einer Ablesereinrichtung ausgemessen wird. Zur genauen Zeitbestimmung dient zum Antrieb der rotierenden Scheibe ein Synchronmotor, der an das Wechselstromnetz angeschlossen wird.

Lichttechnik.

621. 32 : 628. 9

Begonnen sei mit der Straßenbeleuchtung, die in den letzten Jahren durch Gasentladungslampen eine neue Entwicklung genommen hat. Auch Pötter & Schütze GmbH., Essen-Kellinghausen, zeigen neue und verbesserte **Quecksilberdampf- und Mischlichtleuchten**. Die Verbesserungen beziehen sich nicht zuletzt auf den praktischen Gebrauch der Leuchten.



Abb. 1. Quecksilberdampf-Strassenleuchte mit eingebauter Drossel.

Die Drosselspulen sind so im Gehäuse eingebaut, daß ein formschönes Aussehen der Leuchte gesichert ist (Abb. 1). Durch Einbau verstellbarer Fassungen und Kombinations-Anzapfdrosselspulen ist es nunmehr auch möglich, ohne Neueinstellung der Drossel die Leuchten wahlweise mit zwei verschiedenen starken Dampf-lampen zu bestecken. Die Anzapfungen der Drossel werden an Klemmen der Muffendose oder des Isolieraufhangers geführt, so daß die Speiseleitung bei Änderung der Besteckung lediglich umgeklippt werden muß.

Für die Straßenbeleuchtung von Vororten und Dörfern werden Rohrwandarme mit angebaute Leuchte und Sicherungskasten gezeigt. Die spritzwasserdichte Leuchte ist mit Lichtpunktverstellung für 40 bis 100 W Besteckung versehen.

Neben anderen Innen- und Außenleuchten für Dampf-lampen und Mischlicht zeigen die Siemens-Schuckertwerke auf ihrem Leuchtenstand ein neues Gerät zur **Beleuchtung von Verkehrsschildern** und Wegweisern durch Natriumdampflampen. Die mit der neuen Leuchte durchgeführten Versuche haben gezeigt, daß im gelben Natriumdampflicht die schwarze Beschriftung auf dem gelben Grund solcher Schilder bereits aus größerer Entfernung vorzüglich lesbar ist. Geringer Stromverbrauch und gute Sicht auch bei Dunst und leichtem Nebel machen das Gerät für den gedachten Zweck sehr geeignet.

Für das selbsttätige Schalten der Beleuchtung auf Straßen und in Räumen abhängig von der Lichtstärke zeigt die Visomat GmbH., Leipzig, den schon seit einigen Jahren bewährten **Dämmerungsschalter**, der aus einer Photozelle und dem von ihr beeinflussten Schalter (bis 1200 W) oder Schütz besteht¹⁾. Die Anlage arbeitet ohne Verstärker, und zwar im Anschluß an Wechselstrom 110, 160 oder 220 V.

Auf dem Gebiet der **Innenleuchten** haben die SSW eine neue Bauart ausgestellt, die auf dem sog. Baukastensystem beruht. Aus wenigen aufeinander abgestimmten Glasbauteilen können beliebig direkte und halbindirekte Leuchten am Rohrpengel, durch Einbau von Spiegeln ganz indirekte und vorwiegend direkte Leuchten hergestellt werden. Große opalüberfangene oder mattweiß lackierte Schirme ermöglichen eine weitere Änderung der äußeren Form und der Lichtverteilungskurve, so daß vielseitige Verwendungsmöglichkeiten für diese neuen Innenraumleuchten bestehen. — Außer der schon bekannten Neophan-Innenleuchte zeigen die SSW eine neue flache **Glasdeckenleuchte** aus Neophanglas (Abb. 2) mit einer oder zwei Fassungen ohne sichtbare Befestigungsteile und eine neue Schaulenster-Spiegelleuchte. Auch bei diesen Leuchten wurde die farbverstärkende Wirkung des Neophanlichtes bei gesteigerter Beleuchtung unter sorgfältiger Berechnung der Spiegelform erreicht.



Abb. 2. Neophan-Deckenleuchte.

¹⁾ Vgl. Geffcken u. Richter, Die Photozelle in der Technik; Berlin 1933. Ferner M. Klare, Licht u. Lampe 26 (1937) S. 181.

Auch Körting & Mathiesen AG., Leipzig, haben neue Innenraumleuchten für **Mischlicht** geschaffen, und zwar als Kugelpendel, bei dem die Drosselspule in die Deckenrosette eingebaut ist. In der Mitte der Leuchte sitzt die Quecksilberdampf-Lampe, rings herum drei Glühlampen. Die Lichtstrommischung ist etwa 1:1 und gibt eine dem natürlichen Tageslicht gut angenäherte Lichtfarbe.

Aus Opalglas- oder Emailreflektor zusammen mit stufenförmiger Klarglasglocke bestehen die **Innenleuchten** der Sistrach-Licht GmbH., Stuttgart. Deckenleuchten, Pendel und Tischleuchten werden nach dem gleichen Prinzip gebaut. Der parabol förmige Oberschirm lenkt die Strahlen vorwiegend in die untere Hemisphäre, und nur ein geringer Teil gelangt durch diesen Oberschirm hindurch, um Decke und Wände aufzuhellen. Der untere stufenförmige Teil der Leuchten aus Klarglas läßt die Lichtstrahlen praktisch ohne Absorptionsverlust austreten. Vor Blendung unter normalen Blickrichtungen schützen ferner in die Stufen senkrecht eingelegte Opalglasringe.

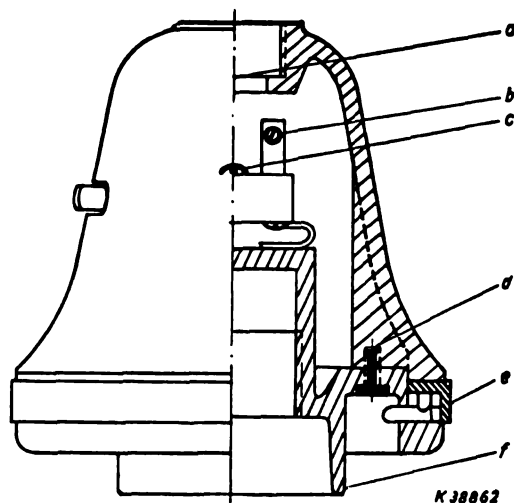
Schlagwettersichere Leuchten für Bergwerke, die in der Versuchsstrecke Dortmund—Derne geprüft sind, zeigt Adolf Schuch KG., Worms a. Rh. Die Leitung wird an Schlitzklemmen angeschlossen, die gegen Selbstlockern durch zusätzlichen Federdruck sichern; die Federn liegen gekapselt im Inneren der Klemme. Die Fassung ist im Kasten federnd aufgehängt mit unverlierbaren Befestigungsschrauben. — Die gleiche Firma führt neuerdings ihre **Industrieleuchten** zum Teil in Preßstoff statt in Gußeisen aus. Ferner sind Handlampen in Preßstoff, Mischlichtleuchten und Laternenleuchten in verbesserter Ausführung ausgestellt.

Grubenlampen mit alkalischem Akkumulator bauen die Dominantwerke Aktiengesellschaft, Dortmund. Der aus starkem Stahlblech mit kräftigem Verstärkungsboden hergestellte Lampentopf, der den alkalischen Nickel-Kadmium-Akkumulator enthält, sowie das im Gesenk geschmiedete Oberteil stellen ein widerstandsfähiges Ganzes dar, das den großen Anforderungen des rauen Grubenbetriebes unbedingt gewachsen ist. Die Lebensdauer des Nickel-Kadmium-Akkumulators mit positiven Röhrenplatten ist bei richtiger Wartung fast unbegrenzt. Die dünne Schmalseite der rechteckigen Schutzstäbe für die Rundlicht-Überglocke verursacht nur geringe Schatten. Der Lichtstrom der größeren Mannschaftslampe beträgt etwa 36 lm bei einer Brenndauer von rd. 15 Std. Die Lampen sind mit einem kräftigem Magnetverschluß versehen, der unbefugtes Öffnen unter Tage verhindert. Die gleiche Firma stellt elektrische Sicherheits-Handlampen für schlagwettergefährdete Betriebe her. Diese Lampen haben Stahlblechgehäuse und enthalten einen zweizelligen Nickel-Kadmium-Akkumulator; die Lampen sind auch für Luftschutzzwecke geeignet.

Zahlreich vertreten sind auf der Messe die **Werkplatzleuchten**. Die von Siemens-Schuckert gezeigten Leuchten sind nach einem Auswechselsystem aufgebaut. Aus 31 Einzelteilen lassen sich so über 2000 verschiedene Geleuchte herstellen. — Aus den Erzeugnissen der Fa. Gebr. Jacob GmbH., Zwickau i. Sa., sei eine **Maschinenleuchte** hervorgehoben mit vielseitigen Verstellmöglichkeiten. Die Leuchte besteht aus einem Bügel mit Feststellschraube, zwei Tragstäben, einem Universalklemmgelenk und Schräg-Tiefstrahler. Sie läßt sich leicht an Rohren, Führungsstangen, Muttern usw. der Arbeitsmaschinen anbringen und ist sowohl in der Höhe als auch in der Ausladung innerhalb einer Länge von rd. 25 cm mit einem Griff durch das Universalklemmgelenk zu verstellen. Der Reflektor ist durch ein nachstellbares Kugelgelenk mit dem oberen Tragstab verbunden und allseitig beweglich. Aus Gründen der Betriebssicherheit werden diese Maschinenleuchten nur mit Isolierstoff-Fassung mit Hahn und mit Gummikabel ausgerüstet.

Durch Verwendung einer neuartigen Schirmhalterung, die von der AEG unter dem Namen „Isokopf“ herausgebracht wird, ist eine Verbesserung der Betriebssicherheit besonders stark beanspruchter **Werkplatzleuchten** erreicht worden. Die Verwendung von Tenacit zum Aufbau sämtlicher Außenteile dieses Schirmhalters gewährleistet nicht nur vollständigen Berührungsschutz, sondern ermöglicht auch den Einbau eines betriebssicheren, leistungsfähigen Kippschalters (links in Abb. 3). Der Schirm ist ohne Schrauben befestigt. Der Isokopf trägt einen Drehring, durch dessen Betätigung exzentrisch drei Haltestifte vorgeschoben werden, die die Verwendung von Schirmen mit unterschiedlichen Halterändern möglich machen. Auf-

gebaut wurde der Isokopf für das Normal-Haltermaß von 58/60 mm. Da die Leuchte sowohl für Zentraleinführung der



a Einführung mit Zugentlastung
b, c Anschlußklemmen
d Befestigungsschrauben
e drehbarer Außenring zur Betätigung der Dreistiftverriegelung
f Fassungsring

Abb. 3. Aufbau der Isokopf-Leuchte.

Leitung, also zur Befestigung an Pendelgummischlauch-Leitungen und zum Aufhängen, als auch mit seitlicher Einführung für Gelenkarme, Ausleger usw. ausgeführt wird, kann fast jede Arbeitsplatzbeleuchtung mit diesem Isolierstoffoberteil ausgerüstet werden.

Die schlechte Wärmeleitfähigkeit des Tenacit bedeutet weiterhin einen Vorteil dadurch, daß nicht wie bisher das Oberteil der Arbeitsplatzleuchte die Stelle höchster Wärmeabstrahlung darstellt.



Abb. 4. Industrie-Nähleuchte.

Abb. 4 zeigt die Handwerker- und Industrie-Nähleuchte von Frankl & Kirchner, Mannheim, die durch Bedienung einer einzigen Flügelmutter allseitig verstellbar und mit einem Drehringschalter ausgerüstet ist. Die Leuchte kann dank ihrer kleinen Ausmaße dicht an das Arbeitsstück herangebracht werden; ein Stoßdämpfer sorgt für Schonung der Glühlampe; die Reflektoren werden in verschiedenen Formen hergestellt.

Meßtechnik.

621. 317

Der Fortschritt der Technik auf dem Gebiet elektrischer Meßinstrumente hat es mit sich gebracht, daß das Spiegelgalvanometer, das früher als ein schwierig zu handhabendes

Gerät galt, in die Reihe der Laboratoriums- und Werkstattgeräte getreten ist. In der Tat bietet ein Lichtzeiger gegenüber einem stofflichen Zeiger außerordentliche Vorzüge, vor allem eine um 1 bis 2 Zehnerpotenzen gesteigerte Empfindlichkeit. Der wesentlichste Fortschritt beim Bau der Lichtzeigerinstrumente wurde dadurch erreicht, daß Galvanometer, Beleuchtungseinrichtung und Skala in einem handlichen Gehäuse vereinigt wurden. Zur Erzielung einer hohen Empfindlichkeit ist beim **Multiflex-Galvanometer** von Dr. B. Lange,

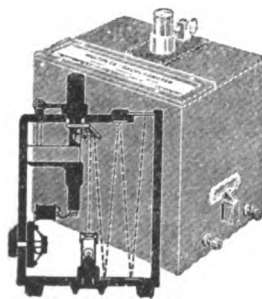


Abb. 1. Multiflex-Galvanometer.

Berlin, durch mehrfache Reflexion an vier Spiegeln ein Lichtstrahl von 1 m Länge in einem Gehäuse von 23 cm Höhe untergebracht (Abb. 1). Die Beleuchtungseinrichtung ist umschaltbar

für 4, 110 und 220 V. Der Lichtzeiger wird parallaxenfrei auf einer 200 mm langen Skala abgelesen. Er ist auch auf Skalenmitte einstellbar. Das Instrument besitzt ein Spannbandsystem mit schneller Einstellung. Eine nivellierte Aufstellung ist daher nicht erforderlich, so daß trotz der hohen Empfindlichkeit (10^{-9} A je Skalenteil) die Bedienung so einfach wie bei einem Zeigerinstrument ist. Das Multiflex-Galvanometer ist als Universalinstrument für alle Laboratoriums- und Betriebsmessungen brauchbar, in Verbindung mit Photozellen für die Messung kleiner Leuchtstärken ab $\frac{1}{1000}$ lx, für die Messung von Leuchtfarben und für Röntgenmessungen.

Ein empfindliches **Hochohmmeter**, besonders geeignet zur Messung des Isolationswiderstandes von Kondensatoren, hat Richard Jahre, Berlin, ausgestellt. Der Widerstand wird mittels einer Elektronenröhre gemessen, wobei der Prüfling in Reihe mit einem Hochohmwiderstand an etwa 100 V gelegt wird. Der Spannungsabfall an dem Hochohmwiderstand ist somit eine Funktion des Isolationswiderstandes und steuert über das Gitter den Anodenstrom der Elektronenröhre. Der Anodenstromanzeiger kann also in Ohmwerten geeicht werden. Die Aufladung eines zu prüfenden Kondensators würde aber über den Hochohmwiderstand längere Zeit in Anspruch nehmen und die Messung langwierig gestalten. Zur schnellen Erreichung des Endpotentials wird daher vor der Ablesung des Anzeigerinstrumentes durch eine Umschaltung der Hochohmwiderstand durch einen kleinen Widerstand überbrückt. Mit neuzeitlichen Sonderelektrometerröhren läßt sich auf diesem Wege noch ein Isolationswiderstand von $20 \cdot 10^{12} \Omega$ bei einer Meßspannung von 100 V anzeigen. Es wäre auch möglich, den Meßbereich noch nach oben zu erweitern, wenn man eine Reihe von besonderen Voraussetzungen erfüllt. Im vorliegenden Fall ist aber bewußt nur der obengenannte Höchstwert gewählt worden, da der Versuch zeigte, daß alle praktischen Bedürfnisse hiermit befriedigt werden können und das Gerät noch stabil arbeitet. Zur Erhöhung der Ablesegenauigkeit wurde ein Instrument mit einer Skalenlänge von 135 mm gewählt, welches einen Eigenwiderstand von etwa 1000 Ω hat und den Endauschlag mit 0,3 mA erreicht. Die größten Schwierigkeiten bereitete anfangs die Auswahl geeigneter Isolierstoffe, da die gewünschte Größenordnung des Meßbereiches bereits den Oberflächenleitwerten der besten Isolierstoffe entspricht und die Meßergebnisse leicht durch Luftfeuchtigkeit und Kriechströme gefälscht wurden. Es gelang erst im Laufe der Entwicklung, durch geeignete Abschirmung (DRP. angem.) einen Aufbau zu erzielen, welcher diese Fehlermöglichkeit sicher ausschaltet. Das Instrument wird für technische Isolationsmessungen mit einem Meßbereich von 0,1 bis 50 000 M Ω , für erhöhte Ansprüche mit einem Meßbereich von 10 bis 500 000 M Ω und für Messung höchster Isolationswerte mit einem Meßbereich von 0,2 bis 20 T Ω ausgeführt.

Einen neuen **Hochspannungsmesser** für 300 kV, der relativ und absolut mit einer Genauigkeit von unter 1% mißt, zeigt die Hochspannungs-Ges.m.b.H., Köln-Zollstock. Dieses Gerät ist im Elektrot. Institut I der T. H. Aachen von Rogowski und Böcker entwickelt worden¹⁾. Es benutzt zur Anzeige der elektrostatischen Kräfte am Thomsonschen Schutzringkondensator einen elektrischen Druckmesser. Die Meßwerte werden daher ohne zeitliche Verzögerung angezeigt. Der Meßweg beträgt bei Kräften von 1 kg nur $\frac{1}{10}$ mm und ist genau erfassbar. Diese Tatsache erlaubt die absolute Eichung. Um aber außerdem einen Meßwert jederzeit absolut vergleichen zu können, besitzt die Meßeinrichtung ein Druckspulsystem, welches auf der elektrodynamischen Wirkung zweier Spulen aufeinander beruht. Die gesamte Meßeinrichtung befindet sich in getrocknetem und gefiltertem Preßgas. Von einem Schaltpult aus werden alle Meßkreise bedient; dort liest man auch die Meßwerte ab.

Um die Feldstärke von Dauermagneten einfach und genau ohne ballistisches Verfahren messen zu können, verwandelt das **Feldstärkemeßgerät** der Zähler-Revision M. Schneider, München, die zu messende Feldstärke in ein proportionales Bremsmoment, das einer Richtfeder entgegenwirkt. Im Felde des Prüflings 1 (Abb. 2) rotiert eine Metallscheibe 2, angetrieben vom Induktionsmotor 4 über Welle 5 und ein Differentialgetriebe (Wellen 3 u. 6, 6 u. 7, Stirnräder 8). Wird die umlaufende Bremsscheibe 2 von keinem zu prüfenden magnetischen Feld eines Magneten durchsetzt, so verharrt der unter Federkraft stehende Differentialgetriebe-Schwenkarm 10 in der

durch die Richtfeder 9 bestimmten Endlage und damit auch der mit dem Schwenkarm starr verbundene und über eine direkt in Oersted geeichte Skala 11 gleitende Zeiger 12 in Nullage. Wird dagegen die umlaufende Bremsscheibe 2 von einem zu messenden Feld durchsetzt, so verschiebt das in der Bremsscheibe 2 auftretende und der Richtfeder 9 entgegenwirkende Bremsmoment den Schwenkarm 10 und damit auch den Zeiger 12 entsprechend weit aus der Schwenkarm-Endlage, so daß man auf der Skala 11 den Feldstärkewert ablesen kann.

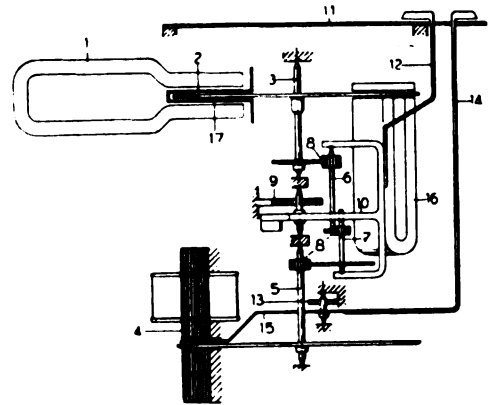


Abb. 2. Feldstärkemeßgerät. (Erklärung der Ziffern im Text.)

Um das für genaueste Messungen nötige konstante Antriebs-Drehmoment des Motors zu erreichen, ist ein Motor-Drehmomentanzeiger, bestehend aus einem im Ständerluftspalt beweglich angeordneten und unter Richtkraft der Feder 13 stehenden und mit einem gesonderten Zeiger 14 verbundenen Metallsegment 15 vorgesehen und dazu ein dem Motor vorgeschalteter Hand-Regelwiderstand (nicht dargestellt), mit dessen Hilfe die Drehmomentzeigerstellung und damit das Motordrehmoment jederzeit nachgeregelt werden kann. Ferner ist zur Abhebung des Feldstärkenzeigers 12 von seiner Anschlagstellung, die er infolge des unterdrückten Nullpunktes seiner Richtfeder 9 einnimmt, und zur Einspielung auf den Meßskalen-Nullpunkt bei Beginn des Messens ein schwaches Vorbremsmoment vorgesehen, das durch einen stationär angeordneten und auf die Bremsscheibe 2 wirkenden permanenten Magnet 16 erzeugt wird.

Die Untersuchung der Flugmotoren im Windkanal erfordert u. a. die genaue Übertragung der Drehzahl zum Prüfstand. Für diese Zwecke liefert die Telefonbau und Normalzeit G. m. b. H., Frankfurt a. M., einen **Fernstichzähler** (Abb. 3)

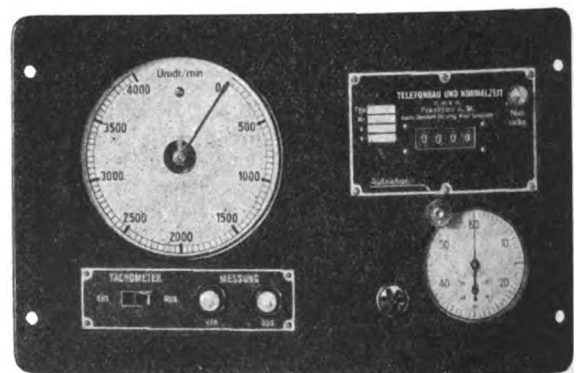


Abb. 3. Fernstichzähler, Vorderansicht.

nach dem System von Karl Schmidt. Die Meßeinrichtung besteht aus einem Geber und einem Empfänger. Der Geber wird mit dem Flugmotor mechanisch gekuppelt und verwandelt einen zugeführten Gleichstrom konstanter Spannung in Drehstrom. Die Frequenz des erzeugten Drehstromes ist abhängig von der Drehzahl des Flugmotors, so daß ein angeschlossener Synchronmotor mit der Meßwelle synchron läuft. Dieser Synchronmotor befindet sich im Empfänger und steht über Kegelhäder mit den Drehzahl-Anzeigegegeräten — einem Tachometer und einem Umdrehungszähler — in Verbindung. Da bei Drehzahlmessungen mittels Tachometer keine sehr großen

¹⁾ Vgl. Arch. Elektrotechn. 32 (1938) H. 1, S. 44.

Genauigkeiten erzielt werden, ist außerdem eine Drehzahl-Stoppereinrichtung vorhanden, die in einer beliebigen Zeit die Anzahl der Umdrehungen mit einem vierstelligen Zählwerk anzeigt. Das Zählwerk und die eingebaute Stoppuhr werden gleichzeitig durch eine elektromagnetische Kupplung bzw. durch einen Einschaltmagneten in Gang gesetzt. Zusatzeinrichtungen gestatten, die Drehzahl auch in Abhängigkeit vom Brennstoffverbrauch zu messen.

Auf dem Gebiete der Fernmeßtechnik zeigt die Firma Hagenuk G. m. b. H., Kiel, ein **Gleichstrom-Übertragungssystem**, das den Anforderungen auf möglichst kleines Gewicht und kleine Abmessungen entgegenkommt. Bei dem ausgestellten Gerät können 48 Stellungen übertragen werden. Der Strombedarf ist gering und wird aus Trockenbatterien gedeckt. Da der drehbare Teil keinerlei Schleifringe oder sonstige Zuführungen nötig hat, ist das System gegen alle mechanischen und chemischen Einflüsse sehr widerstandsfähig. Das Drehmoment ist trotz der kleinen Bauart fast ebenso groß wie bei den Systemen bisheriger Ausführung.

Auch auf dem Gebiet der **Elektrizitätszähler** zeigt die Messe Neukonstruktionen bzw. Verbesserungen. Mierisch & Co. Elektrizitäts-Zähler-Fabrik G. m. b. H., Berlin, die Wechsel- und Drehstromzähler ausstellt, legen besonderen Wert auf die Vervollkommnung der meßtechnischen Eigenschaften, so daß die Zähler auch bei Überlastungen dem höchsten Grad der meßtechnischen Eigenschaften entsprechen. Für Sonderfälle werden Präzisionszähler für hohe Überlastungen hergestellt. Die mechanische Ausführung einzelner wichtiger Teile, z. B. der Lagerung, wurde verfeinert und die Umstellung auf Heimstoffe fortgesetzt.

Die AEG, Berlin, bringt einen neuen **Drehstrom-Vierleiterzähler** in Isolierstoffgehäuse. Die Ausführung in Isolierstoffgehäuse und Verwendung nur eines Bremsmagneten aus Aluminium-Nickel-Stahl ermöglichten es, einen formschönen Dreischeiben-Drehstromzähler zu schaffen, der so klein ist, daß er auch auf Zählertafeln für Wechselstromzähler paßt. Die meßtechnischen Eigenschaften dieses Zählers Form DU 9 sind günstig: Das Drehmoment von etwa 8,5 gcm ist verhältnismäßig hoch bei kleinem Eigenverbrauch in der Strom- und Spannungsspule. Die Drehzahl des Ankers bei Nennlast liegt zwischen 33 und 42 U/min. Die Temperaturabhängigkeit des Zählers ist sehr gering. Die Fehlerkurve liegt zwischen $\pm 2\%$ bei Belastungen von 5 bis 200% des Nennstromes und $\cos \varphi = 0,25$ bis 1. Der Zähler ist bis 200% seiner Nennlast dauernd belastbar.

Die Vorteile von Isolierstoffgehäusen werden zunehmend erkannt (gutes Aussehen, Berührungsschutz, geringere Reinigungskosten bei Überholung).

Daher zeigen auch die Heliowatt-Werke, Berlin, ihre Zähler außer in Blech- auch in Isolierstoffgehäuse. Bei den Wechselstromzählern ist im vergangenen Jahre noch eine Neuerung eingeführt worden, das sog. Mischtriebeisen, das den Erfolg brachte, die Fehlerkurve weiter zu verbessern. Elektrizitätswerke, die in Haushaltungen eine getrennte Verrechnung von Licht- und Kochstrom vornehmen, finden bei Heliowatt die sog. **Doppelzähler**. Zwei Zähler-systeme, entweder für

Einphasen-Wechselstrom oder auch Gleichstrom, sind in einem Gehäuse übereinander angeordnet worden; Abb. 4 zeigt einen geöffneten Gleichstrom-Doppelzähler, der zwei selbständige Amperestundenzähler enthält. Die Verwendung solcher Doppelzähler bietet den Vorteil einer besonders einfachen Installation, zumal sein Gehäuse auf jeder Lichtzähler-

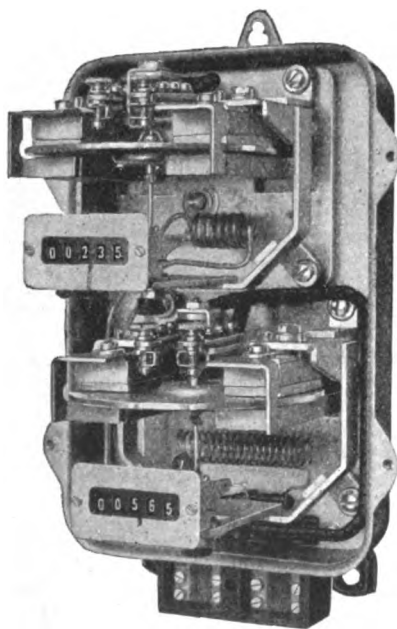


Abb. 4. Doppelzähler für Gleichstrom.

tafel befestigt werden kann. Man kann mit diesen Zählern zu statistischen Zwecken den Licht- und Kochstrom getrennt erfassen. — Die Heliowatt-Werke zeigen weiter Münzzähler zur



Abb. 5. Maximumschreiber.

Erfüllung recht vielseitiger Aufgaben und Einfach- und Doppeltarif-Höchstverbrauchszähler. — Um Abnehmer tariflich richtig einzustufen, ist es nötig, daß sich das stromliefernde Werk vorher ein Bild über den Belastungsverlauf verschafft. Hierfür eignet sich ganz besonders ein **Maximumschreiber** (Abb. 5), der auch nur geringe Anschaffungskosten verursacht. Untersuchungen mit diesem Schreiber wurden auch im Auftrag des Reichskuratoriums für Landwirtschaft zur Ermittlung der Belastung in elektrischen Versuchsdörfern durchgeführt. Dieser Schreiber schreibt ohne Tinte und Farbband; das Diagramm wird auf einer runden Scheibe aufgezeichnet. Der Umlauf der Diagrammscheibe ist umschaltbar; er kann täglich und monatlich oder täglich und wöchentlich gewählt werden.

Die Siemens-Schuckertwerke zeigen einen neuartigen **Kabel-Erwärmungsmesser**, der es gestattet, die Leitertemperatur eines Kabels an einer bestimmten, aber örtlich beliebig festzusetzenden Stelle der Strecke zu messen und in der Schaltwarte oder einer sonstigen überwachten Station anzuzeigen bzw. aufzuzeichnen. Dadurch ist die Möglichkeit gegeben festzustellen, ob ein in Betrieb befindliches Kabel unter den gegebenen Verlegeverhältnissen zu hoch belastet ist oder eine noch höhere Stromstärke zu übertragen gestattet. Die allgemein im Netzbetrieb benutzten Belastungszahlen gelten ja sinngemäß nur unter ganz bestimmten Voraussetzungen, die von den tatsächlichen Betriebsbedingungen oft sehr stark abweichen. Es wird deshalb in vielen Fällen möglich sein, ein Kabel höher als vorgeschrieben zu belasten, ohne dabei die höchstzulässige Leitertemperatur zu überschreiten. Die Temperatur-Über-

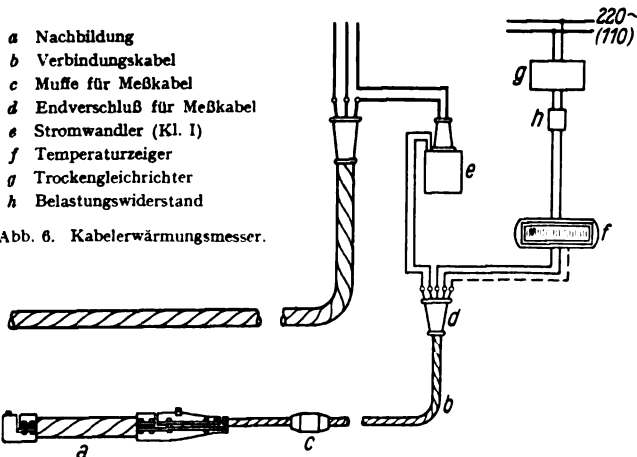


Abb. 6. Kabelerwärmungsmesser.

wachungseinrichtung besteht in der Hauptsache (Abb. 6) aus der Kabelnachbildung, der Meßapparatur nebst Zubehör und dem Verbindungskabel. Die Kabelnachbildung wird entweder in der Nähe des zu überwachenden Kabelabschnittes oder aber unter den gleichen Verlegungsbedingungen an anderer Stelle eingebaut. Sie gleicht sowohl in thermischer Beziehung als auch im Aufbau dem zu überwachenden Kabel und wird durch einen Stromwandler, welcher primärseitig den Betriebsstrom führt, geheizt. Durch entsprechende Schaltung der Leitereinzeldrähte in der Nachbildung wird erreicht, daß trotz der im Übersetzungsverhältnis des Wandlers verringerten Heizstromstärke die je Längeneinheit entwickelte Wärmemenge und damit auch die Temperatur genau derjenigen des Kabels entspricht. Die Temperatur der Nachbildung wird mit einem Widerstandsthermometer gemessen, das durch ein Kabel mit den dafür vorgesehenen Meßinstrumenten verbunden ist.

Bei der Betriebsüberwachung neuzeitlicher elektrischer Anlagen spielt die Ölbewirtschaftung eine beachtliche Rolle. Die sicherste und schnellste Art, Änderungen in der Beschaffenheit des Öles festzustellen, ist die Prüfung der Durchschlagsfestigkeit. Um diese Prüfung zu erleichtern, hat die AEG ein neues **tragbares Ölprüfgerät** für max. 30 kV geschaffen, mit dem sich Ölfestigkeiten bis 150 kV/cm bei 2 mm Elektrodenabstand feststellen lassen. Um kleine Abmessungen zu erhalten, ist das Gerät aufgeteilt in Ölprüf- und Regelgerät (Abb. 7). Das

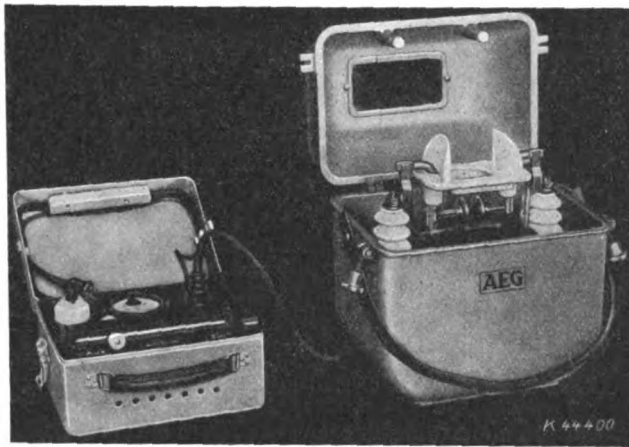


Abb. 7. Tragbares Ölprüfgerät.

Prüfgerät (rechts) enthält in einem Leichtmetallgehäuse einen Transformator für 30 kV und die oben angeordnete Funkenstrecke. Die Elektroden sind in einem besonderen Porzellan-Deckel eingekittet, damit eine leichte und einwandfreie Reinigung der Elektroden und des Ölgefäßes möglich ist. Die Prüfung des Öles kann nur bei geschlossenem Deckel erfolgen, da beim Öffnen Unterbrecherkontakte die Niederspannungsseite des Prüftransformators zweipolig von der Stromquelle abtrennen. Das Ölgefäß selbst steht noch in einer Öltropfschale. Im Deckel des Gerätes ist ein Schauglas angeordnet zur Beobachtung der Funkenstrecke. Ein Traggurt gewährleistet ein bequemes Tragen des Ölprüfgerätes. Das Regelgerät enthält den zur Spannungsregelung notwendigen Widerstandsregler, der erlaubt, die Spannung von 0 bis 220 V bzw. 0 bis 110 V dem Übersetzungsverhältnis des Prüftransformators entsprechend von 0 bis 30 kV zu regeln. Die Kurvenform wird durch diese Spannungsregelung praktisch nicht verzerrt. Die Spannung wird stufenlos bis zum Durchschlag an der Funkenstrecke erhöht. Nach erfolgtem sattem Durchschlag unterbricht ein im Regelgerät angeordneter Elfa-Automat den Stromkreis, so daß eine unnötige Zersetzung des Öles vermieden wird. Der eingebaute Spannungsmesser mit Überlastungsskala besitzt eine Zweiskalenteilung, eine für die Netzspannung und eine von 0 bis 30 kV. Aus den im Deckel des Regelgerätes angeordneten Tafeln wird die Durchschlagsfestigkeit in kV/cm entsprechend dem abgelesenen kV-Wert und dem eingestellten Elektrodenabstand, 2 oder 3 mm, entnommen. Eine im Regelgerät vorgesehene Umschaltbrücke erlaubt die Verwendung des Ölprüfgerätes sowohl für 110 als auch für 220 V Wechselstrom. — Für erweiterte Prüfzwecke wird ein fahrbares Prüfgerät mit 60 kV Oberspannung gebaut.

Die Arbeitsweise eines neuen **Trafo-Übersetzungsmessers** der Hartmann & Braun AG., Frankfurt a. M., beruht auf einem Kompensationsverfahren mit einem einfachen Drehspul-Strommesser mit Trockengleichrichter als Nullinstrument. Sie ermöglicht die Durchführung der Messung bei einer unregelmäßigen Meßspannung von 220 V und einer Belastung, die in allen Fällen dem praktischen Leerlauf des Prüflings entspricht. Die bisher erforderliche Hochspannungs-Meßanlage mit ihren ungenauen Ergebnissen ist also nicht nötig. Sowohl Einphasen- als auch Drehstrom-Transformatoren können untersucht werden, wobei lediglich darauf zu achten ist, daß stets gleichphasige Spannungen miteinander verglichen werden. Mit einem in die Meßeinrichtung eingebauten, primär vielfach angezapften Hilfswandler, der über das Nullinstrument mit einem Schleifdraht verbunden ist, werden alle praktisch vorkommenden Übersetzungsverhältnisse erfaßt. Ein weiterer wesentlicher Vorteil ist, daß die Anzeige auf nur ein Gerät erfolgt und ein Vergleichen bzw. Ablesen

zweier Instrumente, wie bisher notwendig, sich nunmehr erübrigt. Hierdurch wird der bisherige Aufwand an Meßinstrumenten und Geräten überflüssig. — Die gesamte Meßeinrichtung (Abb. 8) ist in einem Handkoffer mit einem Gewicht von ungefähr 15 kg untergebracht. Sie ist somit ein hand-

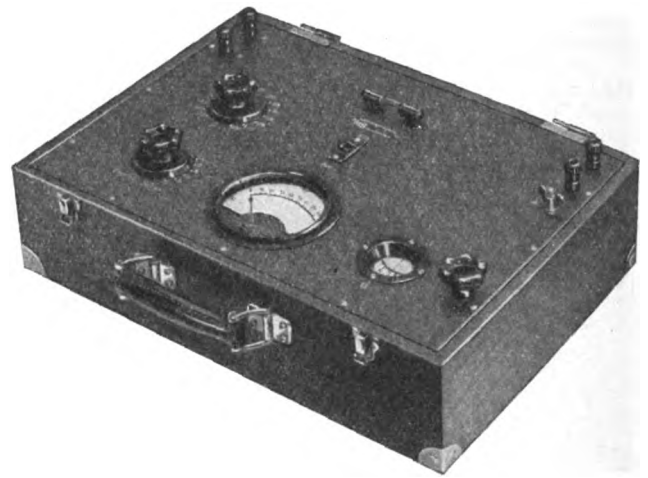


Abb. 8. Transformatoren-Übersetzungsmeßgerät.

gerechtes und durch ihren einfachen Aufbau zuverlässig arbeitendes Betriebsgerät. Die Meßgenauigkeit ist ungefähr zehnmal größer als bei den bisherigen Verfahren.

Werkstoffe.

620. 1 : 621. 3

Die Entwicklung neuer Werkstoffe, die als Austauschstoffe für Metalle gebraucht werden können, erfordert eine Steigerung der Festigkeitseigenschaften. Preßmassen auf Grundlage von Phenolharzen und Holzmehl, wie sie als Typ S vorliegen, genügen für diese Zwecke nicht. Die Festigkeit kann gesteigert werden durch Verarbeitung von faserhaltigen Füllstoffen. In dieser Richtung bewegen sich auch die vom Materialprüfungsamt neu eingeführten Typen T_1 , T_2 , T_3 sowie Z_1 , Z_2 , Z_3 , die als Füllstoff Textilfasern bzw. Papierfasern enthalten. Die Schlagfestigkeiten und Kerbzähigkeiten dieser Massen steigern sich bis zu 25 kg/cm²; sie eignen sich daher gut zur Herstellung von Gehäusen und Preßteilen mit hoher mechanischer Beanspruchung. Die Entwicklung dieser neuen Werkstoffe wurde auch von der New-York Hamburger Gummi-Waren Comp., Hamburg, vorangetrieben. So wurde im Jahre 1937 eine NYHAX-Sondersorte für besondere elektrische Beanspruchungen entwickelt. Dieses rote **Hartpapier** zeichnet sich durch hochwertige Oberflächen aus, wodurch der Isolationswiderstand, der Oberflächenwiderstand sowie die Kriechstromfestigkeit erhöht wurden. Ausgedehnte Versuche zur Verwendung reiner Zellwolle für Hartgewebe führten zur Schaffung neuer Sorten auf rein deutscher Rohstoffgrundlage. Dabei ergab sich nicht nur ein vollwertiger Ersatz für die bisher verwendeten Baumwollgewebe, sondern überraschenderweise eine Güteverbesserung. Bei diesen Z-NYHATEX-Hartpapieren ist die Wasseraufnahme besonders niedrig und die Isolations-eigenschaft bei Platten, Stäben und Rohren verbessert. Das Drehen, Fräsen, Hobeln, Bohren, Schleifen und Gewindedrehen ist bei diesem Werkstoff mit erheblichen Zeit- und Werkzeugersparnissen möglich.

Preßflocken Typ Z_1 stellen einen neuen zellulosegefüllten Kunstharz-Preßstoff auf ausschließlich heimischer Rohstoffgrundlage dar (Firma: Dr. Kurt Albert G. m. b. H., Wiesbaden-Biebrich). Dieser Preßstoff ist durch geringe Kerbempfindlichkeit ausgezeichnet, seine flockige Struktur bedingt günstige Preßeigenschaften. Infolge inniger Verfilzung der einzelnen Flocken beim Preßvorgang wird besondere Unempfindlichkeit gegen Stoßbeanspruchungen erreicht. Geringe Sprödigkeit und ein niedriges Schwindmaß gestatten sicheres Einpressen von Metallteilen; Gewinde können in vielen Fällen unmittelbar eingepreßt werden. Die Beständigkeit gegen Wasser, Lösungsmittel und andere chemische Stoffe ist gut. Ohne Schaden werden thermische Dauerbeanspruchungen bis über 100° C ausgehalten. Drei lichtbeständige Farben stehen zur Wahl: Naturfarbe, Schwarz und Nußbraun.

Die Carbamidharz-Preßmischung **Pollopas Universal** der Venditor Kunststoff-Verkaufsges. m. b. H., Troisdorf, ist in allen Eigenschaften den Werten von Pollopas entsprechender Stoff (Typ K), der sich wahlweise auch in den für die Verarbeitung von Phenoplasten verwandten Formen verpressen läßt. Es wird hierdurch möglich, aus vorhandenen Formen für Phenoplaste Preßteile aus Carbamidharz-Preßmischungen selbst dann herzustellen, wenn die Auflagehöhe ein Verchromen bzw. die Herstellung einer besonderen Form aus einem der bisher für Pollopas-Formen erforderlichen Sonderstähle nicht rechtfertigen läßt. Außerdem bietet Pollopas Universal die Möglichkeit, Aufträge auf die Verwendung dieser Carbamidharz-Preßmischung umzuschalten, die ursprünglich zur Ausführung in Phenoplasten vorgesehen waren. Auf dem Gebiete der Phenolharzpreßmischungen bringt die Venditor den Flächenpreßstoff **Trolltan FT** heraus. Die eigenartige Wertigkeit dieses Stoffes beruht auf der besonderen Art der als Träger dienenden Zellulosebahnen und auf dem nach Art und Anteil besonders ausgewählten Phenolharz als Bindemittel. Aufgabe dieses neuen Flächenpreßstoffes ist es, die Herstellung von Preßteilen mit zuverlässigen, hohen Festigkeitswerten zu ermöglichen.

Auch die **keramischen Isolierstoffe** sind im abgelaufenen Jahre weiter entwickelt und in ihren Eigenschaften verbessert worden. So zeigt die Messe den von den Steatit- und Porzellanfabriken Paul Rauschert AG., Schmiedeberg i. Riesengeb., herausgebrachten Steatitwerkstoff „Ivorit“. Die Festigkeit von Ivorit ist mehr als $2\frac{1}{2}$ mal größer als die des bekannten Hartporzellans. Ivorit läßt sich drehen, gießen, ziehen und verpressen und durch Zwischen- und Nachbearbeiten auf eine an sich nur in der Metallindustrie übliche Maßgenauigkeit bringen. Trotzdem sind Formstücke aus Ivorit, besonders bei großen Stückzahlen, durchaus wirtschaftlich herzustellen. Da Ivorit zudem hohe Isolierfähigkeit besitzt, eignet es sich vorzugsweise für Isolierteile elektrotechnischer Geräte. Metallteile lassen sich leicht durch Verkitten, Verschrauben, Vernieten, Aufschrupfen, Einstauchen mit Ivoritkörpern verbinden. Außer farblosen und bunten Glasuren können Metallbeläge aufgebracht und aufgalvanisiert werden, die sich wiederum mit Anschlußteilen, Kontakten usw. verlöten lassen.

Die Fortschritte in der Herstellung hochbelastbarer Heizdrähte veranlaßten die Steatit-Magnesia AG., Berlin zur Schaffung eines Werkstoffes erhöhter Temperaturbeständigkeit, welcher zur Herstellung von **Heizleiterträgern** (Abb. 1) geeignet ist. Da der neue Stoff sich in mehrfacher Hinsicht an den Elektrowärme-Baustoff Sipa anlehnt und diesen ergänzt, hat er den Namen „Sipalox“ erhalten. Der Wärmedehnungskoeffizient von Sipalox ist infolge der Anreicherung hochfeuerfester Massebestandteile gegenüber Sipa erhöht (rd. $4 \cdot 10^{-6}$). Durch einen geeignet ausgebildeten, feinkörnigen Gefügebau hat sich jedoch die Forderung nach Temperaturwechselbeständigkeit vollauf erfüllen lassen. Der Isolationswiderstand von Sipalox ist etwa doppelt so groß wie der von Sipa. In seiner Verarbeitbarkeit hat sich Sipalox den für Sipa angewandten Verfahren weitgehend anpassen lassen.

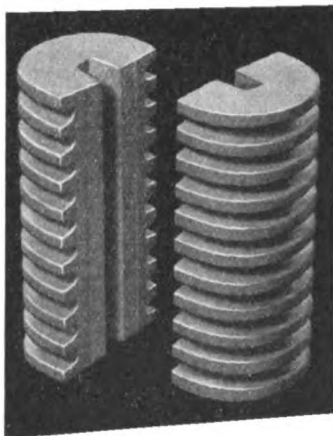


Abb. 1. Heizdrahtträger aus Sipalox.

Den auf deutschem Speckstein aufgebauten keramischen Isolierstoffen der Steatit-Magnesia AG. (Steatit, Frequentia, Sipa) haben sich in letzter Zeit Anwendungsgebiete im **Austausch für Metalle** erschlossen. Oft war zuerst das Bestreben nach Entlastung des Metallmarktes der Anlaß des Austausches. Nach der Umstellung zeigte sich jedoch in vielen Fällen, daß gleichzeitig ein technischer Fortschritt erzielt worden war. Um ein Beispiel (s. a. Abb. 2) zu nennen, sei erwähnt, daß bei Laufrollen (z. B. von Fahrrad-Lichtdynamos, vorn rechts in Abb. 2), die einer stark scheuernden Beanspruchung unterliegen, durch Ersatz der Stahllauffläche eine Erhöhung der Lebensdauer um ein Vielfaches erzielt wurde. Dabei war der früher verwendete Stahl ein besonders verschleißfestes Erzeugnis. Die Tatsache,

daß die auf Specksteinbasis aufgebauten Werkstoffe besonders abriebfest sind, ist schon lange bekannt. Die Heranziehung dieser, keramischen Werkstoffe für Maschinenteile, die besonders Verschleiß unterliegen, ist jedoch neu. Die gute For-

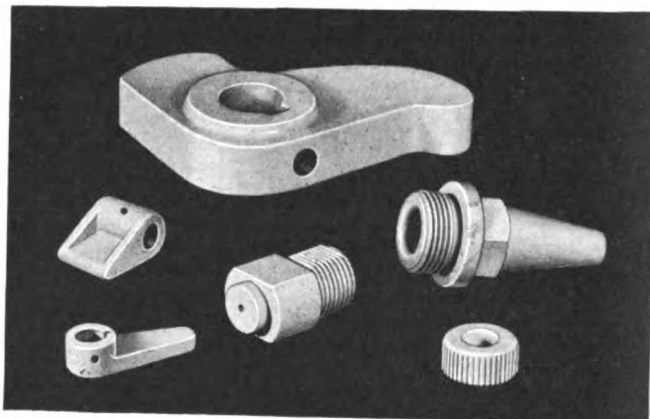


Abb. 2. Keramische Teile, die Metallteile ersetzen.

mungsfähigkeit der genannten keramischen Massen hat in manchen Fällen zur Folge, daß die Austauschteile billiger werden als die früher verwendeten Metallteile.

Während früher die Herstellung von **künstlicher Kohle** beschränkt war auf Elektroden, Lichtkohlen, Kohlestifte und Dynamobürsten, haben sich in den letzten Jahren ganz neue Anwendungsgebiete aufgetan. Kohle ist somit zu einem noch wichtigeren Werkstoff der chemischen und elektrotechnischen Industrie geworden, über dessen Anwendungen Schunk & Ebe, Gießen, auf der Messe einen Überblick bieten. Neue Anwendungsgebiete für Kunstkohle sind z. B. die Anoden für Großgleichrichter und Glühkathodenröhren. Hier ist die allergrößte Reinheit ein wichtiges Ziel der Fabrikation, das mit allen Mitteln der Forschung angestrebt und durch besondere Prüfverfahren überwacht wird. Das Verwendungsgebiet Kohle als Schaltkontakte ist nicht gerade neu, aber die Leistungsfähigkeit der Kohle und deren Grenzen ist vertieft worden und die Ausnutzung ihrer ausgezeichneten Funkenbeständigkeit und guten Gleiteigenschaften haben zu einer vernünftigen Anwendung auf Grund dieser Erfahrungen geführt.

Ein Anwendungsgebiet für Kohle mit vorwiegend Metallcharakter ist das der wartungslosen Lager, die auch als **öllose Lager** bezeichnet werden. Ihre Wirkung beruht auf der metallkeramischen Herstellung, d. h. auf einem Sinterprozeß von Metallpulvern, wobei ein poröses Produkt erzielt wird. In diesen Poren ist dann das Öl aufgespeichert, das zur Schmierung dient. In neuerer Zeit ist man nun von den gebräuchlichen Kupferzinnlegierungen einen Schritt weiter gegangen zu Lagern auf Eisenbasis. Einerseits zu Eisenkupferlegierungen, deren Sinterbarkeit ermöglicht wurde, andererseits zu überwiegend oder reinem Eisen, bei dem ebenfalls die Sinterung und gleichmäßige Porosität von 25 bis 30% gelungen ist. Für solche Lager ist z. B. der Name „Porol“ der Firma Schunk & Ebe unter Wortschutz gestellt.

Kunstkohle hat sich auch für Schleifkontakte besonders bewährt — man denke nur an die Stromabnehmerbürsten —, und der **Kohleschleifbügel**,

der bereits in großer Stückzahl bei den Bahnen selbst für Geschwindigkeiten von 140 bis 160 km/h verwendet wird, ist im Begriff, sich immer mehr durchzusetzen, da seine Vorteile gegenüber dem metallischen Schleifbügel ganz erheblich sind: Kohle wirkt durch ihren Graphitgehalt selbstschmierend, sie poliert den Fahrdrat, hat eine größere Lebensdauer als Metallbügel (Kohle: bis 150 000 Fahr-km; Aluminium: bis 15 000 Fahr-km) und verursacht dank der Glätte des

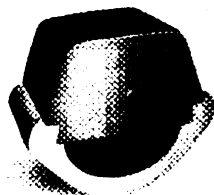


Abb. 3. Schnitt durch einen Kohle-Schleifbügel mit angezogener Silumin-Hohlgußfassung.

Fahrdrahtes geringere Reibschwingungen, weshalb auch die Rundfunkstörungen wesentlich geringer sind. Wie die Ringsdorff-Werke die Kohle im Metallbügel fassen, zeigt Abb. 3. Diese Fassung muß so ausgebildet sein, daß Punktbelastungen, die zu Schmorstellen führen, sicher vermieden sind. Der in Abb. 3 gezeigte angegossene Siluminträger erreicht die erforderliche enge Verbindung durch den Schwindvorgang. Die Form des Gusses bietet Gewichtsverminderung.

Die Fa. Kammerer AG., Pforzheim, bietet dem Elektrotechniker einen guten Überblick über die **walzplattierten Kontaktstoffe**. Für Hochfrequenzschalter werden Kontakte mit Platin-Iridium-Auflagen in sehr geringer Dicke verwendet, auch Palladium-Silber- und Platin-Gold-Legierungen sind üblich. Um die Biegezahl und Ermüdungsfestigkeit zu erhöhen, werden z. B. Kontaktfedern mit Schrägfaser von 20 bis 50° aus dem Werkstoff geschnitten. Kontaktbimetall mit Feinsilberauflage wird in Form von Profilen, Bändern und Kontaktnieten hergestellt. Ein weiteres wichtiges Erzeugnis sind die als „Cupal“ bekannten Plattierungen Aluminium-Kupfer als Blech, Rohr, Draht und Profil, die beispielsweise für Hochfrequenzleiter (Hauteffekt!) besondere Vorteile und Gewichtersparnisse bieten. Schließlich seien noch die Manteldrähte für Glas- und Metallverschmelzung genannt und die Thermo-Bimetalle für Schalter und Regler.

Das von den VSW Hetzel & Co., Nürnberg, hergestellte **Elektro-Cupal** ist auch ein wertvolles Hilfsmittel für den korrosionssicheren Übergang von Leicht- auf Schwermetalle. Dieses Problem taucht überall in der Elektrotechnik im Zusammenhang mit der zunehmenden Verwendung der Aluminiumlegierungen usw. auf¹⁾. An Klemmen für Leitungen und Schaltanlagen ist Elektro-Cupal ein zuverlässiges Verbindungsmittel für den Übergang auf Kupfer- oder Eisenleitungen. Neben der seit Jahren bewährten Verwendung von „Elektro-Cupal 7030“ im eben genannten Sinne hat man diesen Verbundwerkstoff neuerdings auch mit Erfolg für die korrosionstechnisch besonders schwierige Verbindung von Bauteilen aus Magnesiumlegierungen mit solchen aus Schwermetallen herangezogen. Als Beispiel sei erwähnt, daß die Erdung von Gehäusen aus Magnesiumlegierungen Schwierigkeiten bereitete, weil das Anlegen von Erdleitern aus Kupfer, Eisen u. dgl. elektrolytische Angriffe zur Folge hatte. Durch eine Zwischenlage aus kupferplattiertem Aluminium können die Auswirkungen des Spannungsgefälles unwirksam gemacht werden, wie durch zahlreiche Anwendungen in der Praxis bewiesen wurde.

Verschiedenes.

Die Pertrix Chemische Fabrik AG., Berlin, zeigt u. a. ihre Aerodyn-Trocken-Heizbatterien für den Volksempfänger. Die Batterien bestehen aus **Luftsauerstoff-Elementen**, die nach einem neuartigen Verfahren hergestellt werden. Während man sonst zur Depolarisation, d. h. Unschädlichmachung des bei der Entladung entstehenden Wasserstoffs, Braunstein verwendet, wird bei diesen Elementen der in der Luft vorhandene Sauerstoff benutzt. Neben der Einsparung an Devisen bietet dieses Verfahren auch für den Verbraucher weitere Vorteile. Durch den Fortfall des Braunsteins werden die Batterien etwa 30% leichter. Auch die elektrische Güte der Batterien ist spürbar verbessert. Je nach der Typengröße ist die Elementleistung um 10 bis 50% höher als bisher. Für den Kunden wichtig ist weiter die Tatsache, daß die Batterie keinerlei Wartung bedarf; sie braucht nicht gefüllt oder geladen zu werden. Erforderlich ist einzig und allein, daß die Batterie angeschlossen wird und die der Belüftung der Batterie dienenden Röhren geöffnet werden. Schließlich ist es noch wichtig, daß die Arbeitsspannung der Aerodyn-Batterien und -Elemente äußerst konstant ist, ähnlich wie beim Bleisammler. Die Aerodyn-Batterie ist in erster Linie bestimmt zur Heizung der Röhren des Volksempfängers. Da die zweizeilige Batterie rd. 3 V hat, muß die den 2 V-Röhren schädliche Überspannung beseitigt werden; dies geschieht durch einen in die Batterie eingebauten Vorwiderstand. Nach gewisser Zeit, wenn die Batteriespannung weit genug abgesunken ist, wird durch Umsetzen eines Steckers der Vorwiderstand ausgeschaltet, so

daß die Batterieenergie gut ausgenutzt werden kann. — Weiter zeigt die „Pertrix“ auch Aerodyn-Einzelelemente verschiedenster Größe sowie ihre sonstigen bekannten Erzeugnisse, wie Taschenlampen-, Stab- und Anodenbatterien.

Nach einem neuen Verfahren der Langbein-Pfanhauser-Werke AG., Leipzig, lassen sich korrosionsschützende starke Metallschichten auf galvanischem Wege sofort mit Hochglanz erzielen. Das **Spiegelglanz-Nickelbad „TS“** gestattet Stromdichten bis 3 A/dm² und liefert Glanzvernickelung auf Eisen-, Stahl-, Kupfer- und Messingteilen. Das neue Verfahren ermöglicht Ersparnisse an Polierkosten und auch an Nickel, weil der Niederschlag nicht durch Polieren geschwächt werden muß. Das **Glanz-Zinkbad** liefert eine chrom- bzw. silberähnliche Farbe des Niederschlages und ermöglicht es, die gute Rostschutzwirkung des Zinks mit einem schönen Aussehen zu vereinigen. Dabei betragen die Kosten nur 1/5 bis 1/3 der für Kadmiierung bei gleicher Schichtstärke und gleichwertigem Rostschutz.

Das **Elomag-Verfahren** der Langbein-Pfanhauser-Werke liefert für Magnesium eine harte, färbbare, nichtleitende Schutzschicht aus Magnesiumoxyd; es entspricht dem Eloxieren von Aluminium. Das Verfahren ist auch für Magnesiumlegierungen anwendbar und wird in der Elektrotechnik sicher viel Anwendungsmöglichkeiten finden.

Neben den bekannten metallischen Oberflächenveredlungen für Eisen und Stahl sind neuerdings die Phosphat-Rostschutzverfahren stark in den Vordergrund des Interesses getreten. In Verbindung mit einer entsprechenden Nachbehandlung bieten diese Verfahren einen Rostschutz, der den metallischen nicht nur gleichwertig, sondern in vielen Fällen sogar überlegen ist. Durch die Entwicklung des **Bonder-Rostschutzverfahrens** (Metallgesellschaft AG., Frankfurt a. M.), welches bei den vorgenannten guten Eigenschaften nur eine Behandlungsdauer von 3 bis 5 min erfordert, gegenüber 30 bis 60 min bei anderen Phosphat-Rostschutzverfahren, wurde der Industrie ein wirtschaftliches, in jede Fließfertigung einzuschaltendes Verfahren gegeben. Die Anwendung des Bonder-Verfahrens ist äußerst einfach und gliedert sich in drei Arbeitsgänge: 1. Vorbehandlung der Oberfläche, 2. Erzeugung der Phosphatschicht und 3. Nachbehandlung.

Die Firma Guido Horn, Berlin, zeigt ihre bewährten **Schnellflechtmaschinen** für Garne und Drähte. Die Maschinen zeigen seit Jahren abgeschlossene Konstruktionen, aber doch sind an den neueren Maschinen noch Vervollkommnungen vorgenommen worden. Soweit Ringschmierlager an den Maschinen und den Maschinentischen vorhanden waren, sind sie durch Wälzlager ersetzt worden. Es wird dann noch eine **Feinstdrahtflechtmaschine** gezeigt, auf welcher man auch dünnste Drähte von nur 0,02 bis 0,04 mm Stärke verarbeiten kann, das sind Drähte, die mit bloßem Auge kaum mehr sichtbar und dünner als ein Haar sind. — Die Benzinabfußschläuche an den Tankstellen sind umwetzt und nicht umflochten, weil diese Art Bedeckung eine vielfach höhere Verschleißfestigkeit aufweist. Bei Kabelschutzhüllen, von welchen ein größerer Widerstand gegen Abscheuerung verlangt wird, sind die Verhältnisse die gleichen. Es kommen also auch Umwebmaschinen gleicher Art in Frage. Die einzige für diesen Zweck in Europa gebaute und ganz überlegen arbeitende **Rundwebmaschine** für stärkeres Umweben führt oben genannte Firma auf ihrem Messestande vor.

Abschließend seien noch zwei praktische Geräte für das Anfertigen und Aufbewahren von Zeichnungen erwähnt. Die **Schaltzeichen-Schablone** von Filler & Fiebig, Berlin, enthält Elemente elektrotechnischer Schaltzeichen wie auch der bei Dampfschaltbildern verwendeten Symbole in einer räumlichen Anordnung derart, daß wenig Verschieben und Verdrehen der Schablone beim Zeichnen notwendig ist.

Die Plan-Spiral G. m. b. H., Berlin, zeigt eine **Aufhängvorrichtung für Zeichnungen** beliebiger Größe. Die Blätter werden bis zu 50 Stück in einem schmalen Rücken festgeklemmt und senkrecht an einer Wandkonsole oder im Schrank aufgehängt. Man kann so in den Zeichnungen bequem blättern, die Blätter rollen sich nicht, und man spart Platz in der Unterbringung; außerdem ist eine übersichtliche Registrierung möglich.

¹⁾ Vgl. S. 267 u. 268 dieses Heftes, Abschnitt „Installationstechnik“.

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernsprecher: 30 06 31. — Postscheckkonto: Berlin 213 12.

Neu erschienene VDE-Arbeiten.

Bei der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 — VDE-Haus, sind Sonderdrucke der folgenden neuen VDE-Arbeiten erschienen und zu den angegebenen Preisen bei ihr erhältlich:

- VDE 0040/XII. 37 „Beurteilung von elektrotechnischen Erzeugnissen im Hinblick auf den Vierjahresplan“ 0,10 RM
- VDE 0050/I. 38 „Energiewirtschaftsgesetz und VDE-Bestimmungen“ 0,10 RM
- VDE 0100b/XII. 37 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, V.E.S. 1“, Änderung, gültig ab 1. Januar 1938 RM 0,10
- VDE 0101b/XII. 37 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber V.E.S. 2“, Änderung, gültig ab 1. Januar 1938 0,10 RM
- VDE 0118a/XI. 37 „Vorschriften für die Errichtung elektrischer Anlagen in Bergwerken unter Tage (B. u. T.)“, Änderung, gültig ab 1. Januar 1938 0,25 RM
- VDE 0210b/XI. 37 „Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen V.S.F.“, Änderung, gültig ab 3. Dezember 1937 0,10 RM
- VDE 0210Ua/XI. 37 „Umstell-Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen“, Änderung, gültig ab 3. Dezember 1937 0,10 RM
- VDE 0210c/I. 38 „Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen V.S.F.“, Änderung, gültig ab 11. Februar 1938 0,10 RM
- VDE 0318/II. 38 „Leitsätze für Hartpapier und Hartgewebe“, Neufassung, gültig ab 1. März 1938 0,40 RM
- VDE 0530b/XII. 37 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen R.E.M.“, Änderung, gültig ab 1. Januar 1938 0,10 RM
- VDE 0532c/XII. 37 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren R.E.T.“, Änderung, gültig ab 1. Januar 1938 0,10 RM
- VDE 0535/III. 38 „Regeln für elektrische Maschinen und Transformatoren auf Bahn- und anderen Fahrzeugen R.E.B.“, Neufassung, gültig ab 1. April 1938 0,80 RM
- VDE 0675/I. 38 „Leitsätze für Überspannungsschutzgeräte in Starkstromanlagen“, Erstfassung, gültig ab 1. Juli 1938 0,40 RM
- VDE 0682/II. 38 Prüfung von Steckdosen 0,10 RM
- VDE 0800b/XII. 37 „Vorschriften und Regeln für Errichtung elektrischer Fernmeldeanlagen V.E.F.“, Änderung, gültig ab 1. Januar 1938 0,10 RM
- VDE 0855c/XII. 37 „Vorschriften für Antennenanlagen“, Änderung, gültig ab 1. Februar 1937 0,10 RM

Übersetzungen von VDE-Arbeiten.

Die ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 — VDE-Haus, hat kürzlich die folgenden fremdsprachigen Ausgaben von VDE-Bestimmungen herausgebracht, die zu den angegebenen Preisen bei ihr erhältlich sind:

- VDE 0255/1937 „Vorschriften für Bleikabel in Starkstromanlagen V. S. K.“ VDE 0265/1937 „Vorschriften für Gummibleikabel in Starkstromanlagen“ (Caderno 1004) 0,70 RM
- VDE 0315/1935 „Leitsätze für die Prüfung von Preßspan“ (Caderno 1025) 0,70 RM
- VDE 0530/1934 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen R.E.M.“ (Caderno 1001) 1,40 RM
- VDE 0532/1934 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren R.E.T.“ (Caderno 1002) 1,40 RM

Spanisch.

- VDE 0255/1937 „Vorschriften für Bleikabel in Starkstromanlagen V.S.K.“ VDE 0265/1937 „Vorschriften für Gummibleikabel in Starkstromanlagen“ (Cuaderno 1004) 0,70 RM
- VDE 0315/1935 „Leitsätze für die Prüfung von Preßspan“ (Cuaderno 2025) 0,70 RM
- VDE 0370/1936 „Vorschriften für Schalter- und Transformatoröle“ (Cuaderno 2028) 0,70 RM

Englisch.

- VDE 0255/1937 „Vorschriften für Bleikabel in Starkstromanlagen V.S.K.“ VDE 0265/1937 „Vorschriften für Gummibleikabel in Starkstromanlagen“ (Publication 3004) 0,70 RM
- VDE 0663/1933 „Leitsätze für Schutzschalter gegen unzulässig hohe Berührungsspannung“ (Publication 3032) 0,70 RM

Französisch.

- VDE 0255/1937 „Vorschriften für Bleikabel in Starkstromanlagen V.S.K.“ VDE 0265/1937 „Vorschriften für Gummibleikabel in Starkstromanlagen“ (Fascicule 4004) 0,70 RM

Aus den VDE-Bezirken.

Bezirk Berlin-Brandenburg

vormale Elektrotechnischer Verein E. V.
(Gegründet 1879)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 IV, VDE-Haus.
Fernsprecher: 34 88 85. — Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Fachversammlung

des Fachgebietes „Installationstechnik“ am 10. März 1938
siehe H. 8 der ETZ, S. 206.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

- Hochfrequenztechnik.** Leiter: Dr.-Ing. A. Allerding VDE.
10. 3. 1938 „Hochfrequenz-Eisen und seine Anwendung“, Vortragender: Ingenieur F. Scholz.
- Hochspannungstechnik.** Leiter: Dr.-Ing. G. Hameister VDE.
11. 3. 1938 Wegen der am gleichen Tage stattfindenden Messe-Fahrt der Jungingenieure fällt der angekündigte Vortrag aus.
- Jungingenieur-Kundgebung des NSBDT.** am Dienstag, dem 15. März 1938, um 18⁰⁰ im Großen Hörsaal des Physikalischen Instituts der Technischen Hochschule Berlin, Kurfürstenallee 20/22. Gauamtsleiter Pg. Kasper, Gauwaller des NSBDT, Gau Berlin, spricht zur Neugestaltung der Jungingenieurarbeit. Vorher wird Gauschulungswalter Pg. Schmidt als Beauftragter für die Jungingenieure im Gau Berlin einleitende Ausführungen machen. Kein Jungingenieur darf bei dieser Kundgebung fehlen!
- Installationstechnik.** Leiter: Dipl.-Ing. R. Schamberger VDE.
15. 3. 1938 Vortrag verlegt auf den 23. 3. 1938.
- Meßtechnik.** Leiter: Dr.-Ing. H. Boekels VDE.
16. 3. 1938 „Automatische Meßbrücken“, Vortragender: W. Geyger VDE.
- Allgemeine Elektrotechnik.** Leiter: Dr.-Ing. V. Aigner VDE.
17. 3. 1938 Vortragsreihe: Relais in der Starkstromtechnik. 5. Abend: „Die Kennlinien des Distanzschutzes“, Vortragender: Obering. Dipl.-Ing. H. Neugebauer.
- Elektrizitätswerke.** Leiter: Oberingenieur Dipl.-Ing. B. J. v. d. Knesebeck VDE.
18. 3. 1938 Vortragsreihe: Berechnung und Bau eines modernen Dampfkraftwerkes. 7. Abend: „Eigenbedarf“, Vortragender: Dipl.-Ing. B. Kretzschmar VDE.

VDE Bezirk Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein E. V.

Der Geschäftsführer:

Burghoff

Sitzungskalender.

VDE, Bezirk Bergisch-Land, Wuppertal. 15. 3. (Di), 20⁰⁰, Saal der Technik: „Grundlagen der Tarnung, Gesetze des Sehens, Bedeutung und Anwendung der Tarnung.“ Vorführung des Films „Das geheimnisvolle Schiff“ und des Tagungsfilms der VDE-Tagung Königsberg.

VDE, Bezirk Danzig. 14. 3. (Mo) 20⁰⁰, T. H. El. Inst.: „Moderne Fernsprechtechnik“ (m. Lichtb. u. Vorführ.). Postrat Schönfeld VDE.

VDE, Bezirk Hansa, Hamburg. 16. 3. (Mi), 20⁰⁰, Techn. Staatslehranstalt: „Der heutige Stand der Stromrichter als Umrichter und Wechselrichter“ (m. Lichtb.). Dr. Nowak VDE.

VDE, Bezirk Magdeburg. 15. 3. (Di), 20¹⁵, Techn. Staatslehranstalt: „Organische und anorganische heimische Werkstoffe in der Elektrotechnik“. Obering. Burmeister.

VDE, Bezirk Niedersachsen, Stützpunkt Wilhelmshaven. 13. 3. (So): Autobusfahrt zur Besichtigung des Kraftwerks Wiesmoor“ (m. Damen). Anmeldungen an die Geschäftsstelle erbeten.

VDE, Bezirk Nordbayern, Nürnberg. 18. 3. (Fr), 20⁰⁰, Städt. Werke, Blumenstr. 16: „Dampflampen“ (m. Lichtb. u. Vorführ.). Dipl.-Ing. Summerer VDE.

VDE, Bezirk Nordhessen, Kassel. 15. 3. (Di), 20¹⁵, Bürgersäle, Karlstr. 17: „Ein Ingenieur fliegt nach Indien“ (m. Lichtb.). Dr.-Ing. W. Estorff VDE.

VDE, Bezirk Ostsachsen, Stützpunkt Zittau. 18. 3. (Fr), 20⁰⁰, Höh. Fachschule für Textilind. „Der Sicherheitsgrad elektrischer Niederspannungsanlagen unter dem Einfluß neuzeitlicher Schutzgeräte“. Dr.-Ing. Müller.

VDE, Bezirk Pommern, Stettin. 18. 3. (Fr), 20¹⁵, Konzerthaus: „Neuzeitlicher Freileitungsbau“ (m. Lichtb. u. Film). Obering. Calliess VDE.

VDE, Bezirk Südbaden, Freiburg i. Br. 15. 3. (Di), 20¹⁵, Freiburger Hof: „Die Sonne und ihre Strahlungen“. Dr. phil. Prof. Ansel (m. Lichtb.).

VDE, Bezirk Südbayern, München. 16. 3. (Mi), 20⁰⁰, T. H.: „Diselelektrische Fahrzeuge“ (m. Lichtb.). Dipl.-Ing. von Oertzen VDE.

VDE, Bezirk Württemberg, Stuttgart. 12. 3. (Sa), 15⁰⁰: Besichtigung der Feuermeldeanlage der Stadt Stuttgart. Treffpunkt: Feuerwache II, Kasernenstraße.

VERSCHIEDENES.

Messekundgebung der Technik in Leipzig.

Die Gelegenheit der Leipziger Messe, wo sich die gesamte deutsche Technikerschaft in Leipzig versammelt, benutzen in herkömmlicher Weise auch dieses Jahr das Amt für Technik bei der Gauleitung Sachsen der NSDAP. und der NS.-Bund Deutscher Technik, Gauverwaltung Sachsen, um in Zusammenarbeit mit anderen technischen Organisationen wiederum eine Messekundgebung der Technik in Leipzig durchzuführen. Die Veranstaltung findet am

Sonnabend, dem 12. März 1938, 19⁰⁰,
im Haus „Vaterland“ (beide Säle)

statt. Es sprechen:

1. Parteigenosse Böttger, Gauamtsleiter des Amtes für Technik und Gauwaller des NS.-Bundes Deutscher Technik Gau Sachsen: Eröffnung und Begrüßung.
2. Der Sächsische Staatsminister des Innern, Pg. Dr. Fritsch, Dresden: „Technik in Staat und Gemeinden“.
3. Reichshauptstellenleiter Pg. Emil Maier, Reichsschulungswalter des NSBDT., München/Plassenburg: „Technik und Messe“.
4. Gesandter und Reichsamtsleiter Pg. Werner Daitz, Amt für Sonderaufgaben im Außenpolitischen Amt, Berlin: „Deutsche Technik in der Neuordnung Europas“.

Weitere Auskünfte über die Veranstaltung sowie Eintrittskarten usw. vermitteln:

- a) Amt für Technik bei der Gauleitung Sachsen der NSDAP., Dresden-A. 1, Bürgerwiese 24, Ruf: 24241 (App. 138),
- b) NS.-Bund Deutscher Technik, Gauverwaltung Sachsen, Dresden-A. 1, Bürgerwiese 24, Ruf: 2 42 41 (App. 139),
- c) Amt für Technik bei der Kreisleitung Leipzig der NSDAP., Leipzig-C. 1, Gottschedstr. 10, Ruf: 7 14 41,
- d) Leipziger Meßamt, Abteilung Presse, Leipzig-C. 1, Markt 4, Ruf: 70021.

Erfolge der deutschen Elektroindustrie auf der Internationalen Ausstellung in Paris 1937.

An der großen Zahl hoher Ausstellungsauszeichnungen, die Deutschland nächst Frankreich in Paris errungen hat, ist die Elektroindustrie wesentlich beteiligt. Die Leipziger Messe ist eine geeignete Gelegenheit, dieses Erfolges zu gedenken, der sich bekanntlich im besonderen Maße auch auf die neuen deutschen Werkstoffe erstreckt hat. Nachstehend geben wir Zahlen der Auszeichnungen, die in verschiedenen elektrotechnischen Sachgebieten verteilt wurden, müssen allerdings dazu bemerken, daß diese Zahlen noch unvollständig sind, da wir nur von einem Teil der deutschen Elektroindustrie Unterlagen erhalten haben.

Neue Werkstoffe für die Elektrotechnik: 5 Grands Prix, Nachrichtentechnik: 19 Grands Prix, 5 Goldmedaillen, 3 Ehrenurkunden.

Elektrische Bahnen: 3 Grands Prix, 2 Ehrenurkunden.

Licht- und Kraftanlagen: 7 Grands Prix, 1 Goldmedaille, 2 Ehrenurkunden.

Elektrowärmetechnik: 1 Grand Prix, 1 Goldmedaille.

Meßtechnik: 4 Grands Prix, 4 Ehrenurkunden.

PERSÖNLICHES.

H. Vahl †. — Am 3. 2. 1938 verschied plötzlich am Herzschlag Herr Dipl.-Ing. Hugo Vahl, Leiter des Meßwandler-Laboratoriums der AEG Apparatefabriken Treptow, im Alter



H. Vahl †.

von 37 Jahren auf der Höhe seines schöpferischen Wirkens, das insbesondere dem Bau von Meßwandlern galt. Die Gegenmagnetisierung der Stromwandler, der Edelschliff (Edelfuge) im Wandlerbau u. a. sind seine Erfindungen. Viele Patentschriften sowie Veröffentlichungen in Fachzeitschriften¹⁾ geben ein Bild von seiner fruchtbaren Tätigkeit. — Vahl war außerdem mehrere Jahre hindurch Mitglied von zwei Fachausschüssen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker. —

Hugo Vahl wurde am 28. 1. 1901 in Stralsund als Sohn eines Kaufmanns geboren. Er studierte an der T. H. Berlin, wo er bei Prof. Orlich auch ein Semester

lang als Honorar-Assistent wirkte. Im Jahre 1924 kam er zur AEG in das Meßwandler-Laboratorium, das bis zu seinem Ableben seine Wirkungsstätte war.

¹⁾ VDE-Fachberichte 6 (1934) S. 38; ETZ 54 (1933) S. 29; Elektroz. 30 (1931) S. 256.

Berichtigung.

In der Veröffentlichung des Ausschusses für Installationsmaterial über die „Prüfung von Steckdosen“ in ETZ 59 (1938) Heft 8, S. 206, ist die VDE-Arbeitsnummer nicht richtig angegeben. Diese muß richtig lauten „VDE 0682/II. 38“ an Stelle von „VDE 0681/II. 38“.

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes.

- F. Driescher VDE, Rheyd/Bhld.
F. Lucan, Berlin-Nikolassee, Prinz-Friedrich-Leopold-Str. 48.
Dr.-Ing. L. Nawo, Nürnberg, Hallerstr. 15.
Masch.-Ing. F. Panzer, Erlangen, Nürnberger Str. 121.
Oberregierungsbaurat Dipl.-Ing. F. Polenz VDE, Berlin-Siemensstadt, Schwiagersteig 5.

Abschluß des Heftes: 4. März 1938.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
G. H. Winkler VDE

Zuschriften sind nicht an eine persönliche Anschrift zu richten, sondern nur an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und nur mit Genehmigung des Verfassers und der Wissenschaftlichen Leitung der ETZ gestattet.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

59. Jahrgang

Berlin, 17. März 1938

Heft 11

Großtransformatoren mit Stufenregleinrichtung.

Von Max Schwaiger VDE, Nürnberg.

621. 314. 222. 072. 2

Übersicht. Über den derzeitigen Stand und den Verlauf der Entwicklung von Stufenregleinrichtungen für Transformatoren wurde kürzlich in drei bemerkenswerten Veröffentlichungen¹⁾ berichtet. Im folgenden²⁾ wird zur Abrundung des Bildes kurz auf einige Merkmale des Aufbaues der Stufenregleinrichtungen für Großtransformatoren und auf die hierfür üblichen Regelverfahren eingegangen. Die Schaltvorgänge und verschiedene Gesichtspunkte, welche die Wicklungsanordnung des Transformators und die Gestaltung der Stufenregleinrichtung bestimmen, werden eingehender erörtert.

Zur Lösung einer der wichtigsten Aufgaben, welche die zunehmende Ausdehnung und Verknüpfung der Energieverteilungsnetze stellt, der Spannungsregelung unter Last, wurde in den vergangenen zwei Jahrzehnten überall die Durchbildung betriebstüchtiger Stufenregleinrichtungen für Transformatoren großer Leistungen und hoher Betriebsspannungen aufgegriffen. Die Ausführungen der Stufenregleinrichtungen nahmen die verschiedensten Formen an, sowohl bedingt durch die Anpassung an die besonderen Erfordernisse des Betriebes und den Aufbau des Transformators als auch infolge der vielseitigen Möglichkeiten, welche dem Konstrukteur gerade auf diesem Gebiete offen stehen. Eine gewisse Angleichung der verschiedenen Bauformen aneinander im Laufe der Entwicklung ist immerhin zu beobachten. In allen Ländern wird heute die Stufenregleinrichtung unmittelbar mit dem Transformator zusammengebaut³⁾. Lastschalter, Stufenwähler und gegebenenfalls Wendewähler, die zusammen die Stufenregleinrichtung bilden, befinden sich ebenso unter Öl wie sämtliche Anzapfleitungen zum Transformator. Diese Bauform trägt der Tatsache Rechnung, daß die Stufenregleinrichtung nicht als Schaltgerät schlechthin angesehen werden kann, sondern den gleichen elektrischen Beanspruchungen ausgesetzt ist wie die angezapfte Regelwicklung des Transformators selbst; sie ergibt hierfür die wirtschaftlich günstigste und zudem eine betrieblich durchaus befriedigende Lösung.

In Deutschland ist auch der Aufbau der Stufenregleinrichtungen weitgehend einheitlich⁴⁾:

- a) Die Isolation von Lastschalter und Stufenwähler einer Phase gegen Erde übernimmt eine für die Betriebsspannung bemessene Durchführung. Der Lastschalter ist unmittelbar oben, der Stufenwähler un-

mittelbar unten an der Durchführung angebaut, die von der Lastschalterwelle durchsetzt wird. Das Lastschalteröl ist grundsätzlich von dem Öl, in dem sich Stufenwähler und Wendewähler befinden, getrennt.

- b) Die Tragkonstruktion für den Stufenwähler und für den Lastschalter ist mit den durchgehend metallischen Getrieberädern und -wellen einer Phase auf das Potential der jeweils eingestellten Stufe gebracht.
- c) Die Isolation der einzelnen Stufenwählerkontakte ist nicht für die Phasenspannung, sondern nur für die innerhalb des angezapften Wicklungsteiles mögliche elektrische Beanspruchung ausgelegt.
- d) Isolierkupplungen befinden sich nur zwischen dem geerdeten Hand- oder Motorantrieb und den einzelnen Phasen. Im Falle des Bruches einer Isolierkupplung bleibt unter allen Umständen das Zusammenwirken von Stufenwähler und Lastschalter ungestört.

Bei diesem grundsätzlichen Aufbau der Stufenregleinrichtung ist nun der Ausführung des Lastschalters, des Stufenwählers und des Wendewählers ein weiterer Spielraum gelassen. Dem Lastschalter fällt bekanntlich die Aufgabe zu⁵⁾, mit Hilfe von Schaltwiderständen den unterbrechungsfreien Übergang von einer Stufe zur nächstbenachbarten zu vermitteln, während der Stufenwähler, dessen feststehende Kontakte mit den Wicklungsanzapfungen verbunden sind, die einzuschaltende Stufe vorwählt.

Der Lastschalter.

Im Bestreben, den Aufbau des Lastschalters, den Abbrand der Schaltkontakte und den Spannungsverlauf während des Umschaltvorganges möglichst günstig zu gestalten, sind verschiedene Schaltverfahren entstanden. Sie unterscheiden sich durch die Art und die Einordnung der Schaltwiderstände zwischen Haupt- und Hilfskontakte und durch die Folge, in der diese Kontakte stromführend sind. Das Umschaltverfahren, der Ohmwert der Schaltwiderstände im Verhältnis zu Stufenspannung und Laststrom und der $\cos \varphi$ des Laststromes bestimmen den Spannungsverlauf und die Schaltbeanspruchungen während des Umschaltvorganges. Um bei der Anordnung des Schaltwiderstandes, der sowohl ohmscher als auch induktiver Natur sein kann, von der Energierichtung unabhängig zu bleiben, werden in der Regel zwei Widerstandszweige in symmetrischer Aufteilung zwischen Haupt- und Hilfskontakten vorgesehen. Die induktiven Widerstände sind jeweils als zwei magnetisch mitein-

¹⁾ B. Jansen, ETZ 58 (1937) S. 874; W. Reiche, Elektrizitätswirtschaft 36 (1937) S. 439; W. Reiche, ETZ 59 (1938) H. 1, S. 7.

²⁾ Auszug aus einem Vortrag, gehalten am 6. 4. 1937 in dem Fachgebiet „Elektromaschinenbau“ des VDE Bezirk Berlin-Brandenburg.

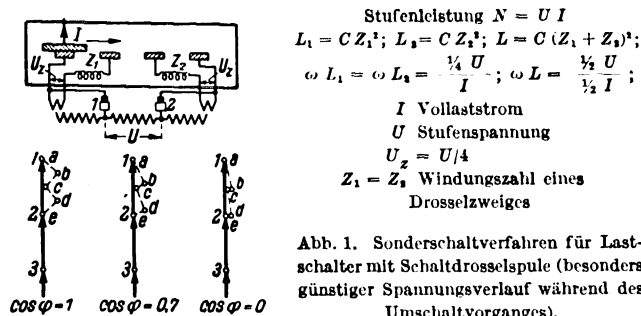
³⁾ E. Stenkvist, Asea-J. (engl.) 8 (1931) S. 34; E. T. Norris, Electrician 1107 (1933) S. 96; A. Palme, Elektrotechn. u. Masch.-Bau 51 (1929) S. 65; H. Puppikofer, Bull. Oerlikon Nr. 171/172 (1935) S. 927; A. Long, Electric Engineer (1936) S. 440.

⁴⁾ W. Bollmann, BBC-Nachr. 23 (1936) S. 62; E. Hayn, Sachsenwerk-Mitt. 8 (1937) S. 12; R. Küchler, ETZ 55 (1934) S. 1054.

⁵⁾ Siemens-Jb. (1929) S. 228.

ander festgekoppelte, d. h. dicht aufeinander gewickelte und daher mit geringer Streuung behaftete Drosselzweige auf einem Eisenkern mit Luftspalt untergebracht.

Die einzelnen Verfahren sind aus dem Schrifttum bekannt⁶⁾. Hier sei ergänzend ein Verfahren angeführt (Abb. 1), das bei Verwendung einer Schaltrosselspeule den strengsten Forderungen hinsichtlich des Spannungsverlaufes während des Umschaltvorganges nachzukommen



gestattet. Bei diesem Verfahren liegt in Reihe mit jedem Drosselzweig ein Wicklungsstück des Transformators, das je ein Viertel der Stufenspannung liefert. Die Schaltrossel braucht in diesem Falle nur die halbe Stufenspannung aufzubringen. In der Regel wird jedoch die einfachere, in Abb. 2 in den einzelnen wichtigen Stellun-

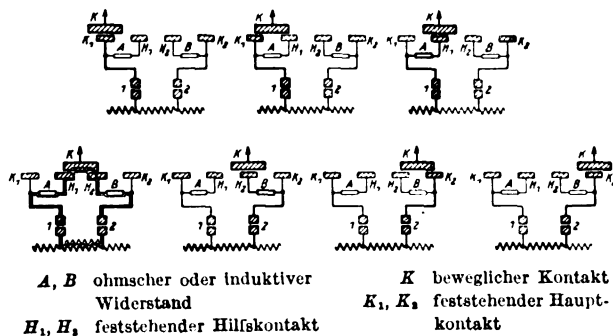


Abb. 2. Umschaltvorgang im Lastschalter (übliches Verfahren).

gen des Umschaltvorganges gezeichnete Anordnung bevorzugt. Dieses bekannte Verfahren, das sich für Schaltrosselspeulen und ohmsche Schaltwiderstände gleich gut eignet, wird den weiteren Betrachtungen zugrunde gelegt.

Beim Umschaltvorgang werden in wechselnder Folge Stromkreise geschlossen und unterbrochen. Zwischen sich trennenden Kontakten, die vor der Trennung stromführend waren und nach der Trennung verschiedene Spannung gegeneinander annehmen, entsteht ein Lichtbogen. Bei der Anordnung nach Abb. 2 treten Abschaltvorgänge auf beim Abfließen des beweglichen Stromabnehmers von dem Hauptkontakt K_1 und beim Abfließen von dem Hilfskontakt H_1 in der einen Schalttrichtung, am Hauptkontakt K_2 und am Hilfskontakt H_2 in der anderen Schalttrichtung. An den Hauptkontakten ist abzuschalten: der Laststrom mit dem vom Laststrom in dem einen Widerstandszweig hervorgerufenen Spannungsabfall als nachfolgender Spannung, an den Hilfskontakten: der Ausgleichstrom $\pm$ (je nach der Energierichtung) dem halben Laststrom mit der Stufenspannung $\pm$ dem vom Laststrom in einem Widerstandszweig hervorgerufenen Spannungsabfall als nachfolgender Spannung. Bei Leer-

lauf haben also nur die Hilfskontakte zu schalten. Der $\cos \varphi$ des Laststromes beeinflusst wie der Ohmwert der Schaltwiderstände nur die Größe des bei den einzelnen Schaltvorgängen zu schaltenden Stromes und der nachfolgenden Spannung. Unabhängig vom $\cos \varphi$ des Laststromes sind aber Strom und nachfolgende Spannung bei allen Schaltvorgängen in Phase, wenn als Schaltwiderstände ohmsche Widerstände verwendet werden. Die Schaltrossel bedingt, daß ganz allgemein Strom und nachfolgende Spannung eine Phasenverschiebung von 90° gegeneinander haben. Bei den Abschaltvorgängen an Anordnungen mit ohmschen Schaltwiderständen ist in dem Augenblick, in dem der abzuschaltende Strom durch Null geht, auch die wiederkehrende Spannung Null. Der Lichtbogen erlischt in dem Leistungsbereich, der betriebsmäßig in Frage kommt, schon bei geringer Schaltgeschwindigkeit während des ersten Stromnulldurchganges. Bei Verwendung einer Drossel setzt im Augenblick des Stromnulldurchganges die wiederkehrende Spannung mit dem Höchstwert (etwa dem Scheitelwert der nachfolgenden Spannung) ein. Soll auch hier erreicht werden, daß der Lichtbogen beim ersten Stromnulldurchgang erlischt, der Kontaktabbrand also auf den möglichen Kleinstwert gebracht wird, so muß die Kontaktentfernung im Augenblick des Stromnulldurchganges größer, die Schaltgeschwindigkeit gegenüber der Widerstandsschaltung also gesteigert sein.

Bei den praktischen Lastschalterausführungen sind die für das Schalten mit ohmschen oder induktiven Schaltwiderständen als zweckmäßig erkannten Schaltgeschwindigkeiten nicht immer eingehalten, da auch die Belastbarkeit der Schaltwiderstände auf die Ausführung wesentlichen Einfluß hat. Der großen Wärmeentwicklung wegen lassen sich die ohmschen Schaltwiderstände kaum so auslegen, daß sie längere Zeit mit dem Laststrom oder dem Ausgleichstrom belastet werden könnten, falls der Lastschalter aus irgendeiner Ursache während des Umschaltvorganges in einer Zwischenstellung stehenbleibt, so z. B. wenn die Spannung für den Antriebsmotor plötzlich ausfällt. Durch den Einbau eines Kraftspeichers in den Antrieb des Lastschalters⁷⁾ oder der ganzen Stufenregelanrichtung⁸⁾ wird daher dafür gesorgt, daß der Umschaltvorgang in kurzer Zeit und unaufhaltsam abläuft. Die Schaltgeschwindigkeit, die sich hierbei ergibt, ist meistens wesentlich höher als sie allein aus schalttechnischen Gründen erforderlich wäre. Der Lichtbogen wird dann bei den betriebsmäßigen Schaltungen mehr als nötig in die Länge gezogen, ohne daß daraus grundsätzliche Nachteile entstehen. Der Vorteil der Schaltrossel besteht darin, daß sie, natürlich mit entsprechendem Werkstoffaufwand, aber doch ohne Schwierigkeit, mit der gleichen thermischen Sicherheit ausführbar ist wie die Transformatorwicklung selbst. Der Lastschalter kann also bei Verwendung einer so bemessenen Schaltrossel ohne Gefahr in jeder Zwischenstellung angehalten und daher ohne Kraftspeicher durchaus kraftschlüssig mit dem Stufenwähler unmittelbar vom Motor angetrieben werden. Bei einer derartigen Schalterausführung, dem Lauflastschalter, ist der bewegliche Stromabnehmer in Form eines Messers auf der Antriebswelle befestigt und bestreicht mit gleichbleibender Geschwindigkeit im Verlaufe eines Schaltvorganges vier im Kreise angeordnete feststehende Kontakte. Um die mechanische Beanspruchung des Getriebes klein, den Aufbau denkbar einfach und betriebs sicher zu halten, wird eine verhältnismäßig geringe Schaltgeschwindigkeit zugelassen, aber die Größe und der Anstieg der wiederkehrenden Spannung einerseits, die Wiederverfestigung der kurzen Trennstrecke andererseits so beeinflusst, daß der Lichtbogen trotzdem nach dem ersten Stromnulldurchgang mit Sicherheit nicht mehr zündet. Dies wird erreicht durch Anordnung eines ohm-

⁶⁾ Asea-Rev. (1928) S. 44; Siemens-Jb. (1929) S. 226; H. Happold u. J. Kröll, BBC-Nachr. 16 (1929) S. 101; B. Jansen, CIGRE-Berichte 1932, Nr. 27, S. 6; Schwedisches Patent Nr. 61302 v. 13. 3. 25; W. Reiche, ETZ 58 (1937) S. 874; W. Reiche, ETZ 59 (1938) H. 1, S. 7; M. Schwaiger, VDE-Fachber. 7 (1935) S. 15.

⁷⁾ B. Jansen, DRP. 496564.

⁸⁾ E. Stenkvist, Asea-J. (engl.) 8 (1931) S. 42; H. Puppikofer, Bull. Oerlikon Nr. 173/174 (1935) S. 932; W. Bollmann, BBC-Nachr. 23 (1936) S. 66.

schen Widerstandes parallel zur Schaltrossel und durch Auflagen aus besonderen Werkstoffen auf die der Lichtbogeneinwirkung ausgesetzten Teile der Kontakte.

Die wesentliche Wirkung des ohmschen Parallelwiderstandes beruht nicht etwa auf einer Verkleinerung der Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung, sondern darin, daß der zeitliche Anstieg und die Höhe der wiederkehrenden Spannung verkleinert werden. Die im Augenblick nach dem Erlöschen des Lichtbogens einsetzenden, durch die Eigenfrequenz des Schaltkreises gegebenen hochfrequenten Schwingungen werden stark gedämpft. Hierfür genügt ein ohmscher Parallelwiderstand mit dem zehnfachen bis hundertfachen Ohmwert des Drosselblindwiderstandes, der sich ebenfalls leicht für Dauereinschaltung bemessen läßt⁹⁾.

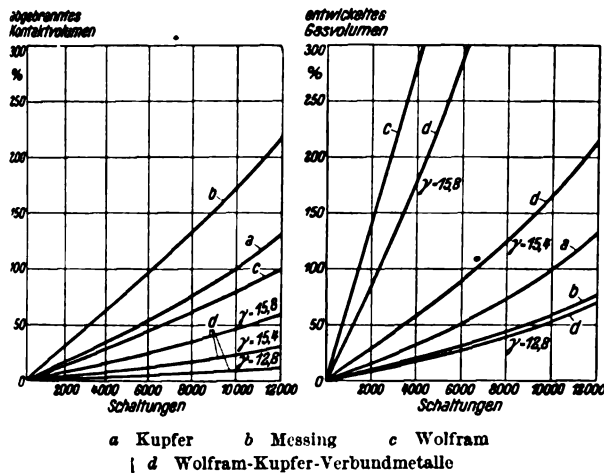


Abb. 3. Verhalten verschiedener Kontaktwerkstoffe beim Schalten einer Drossel mit Parallelwiderstand (Schaltgeschwindigkeit 0,25 m/s).

Den großen Einfluß des Kontaktwerkstoffes auf den Schaltvorgang bei kleiner Schaltgeschwindigkeit zeigt Abb. 3. In Abhängigkeit von der Schaltzahl ist das abgebrannte Kontaktvolumen und die entwickelte Gasmenge als Maß der Lichtbogenleistung für verschiedene Kontaktwerkstoffe, nämlich Kupfer, Messing, Wolfram und Wolfram-Kupfer-Verbundmetalle mit einem spezifischen Gewicht von 15,8, 15,4 und 12,8 aufgetragen. Bei den Versuchen wurden 555 A bei 320 V mit einer Schaltgeschwindigkeit von nur 0,25 m/s abgeschaltet. Parallel zu der Drossel mit 0,6 Ω Blindwiderstand lagen 6 Ω Wirkwiderstand. Die bei 10 000 Schaltungen für Kupfer erhaltenen Werte des abgebrannten Kontaktvolumens und der entwickelten Gasmenge (bez. auf 15 °C) sind je mit 100 % eingesetzt. Wolfram, das durch einen besonders hohen Schmelzpunkt ausgezeichnet ist, eignet sich für kleine Schaltgeschwindigkeit schlecht. Die Lichtbogendauer, mithin die Lichtbogenleistung, ist sehr viel größer als bei Kupfer, das abgebrannte Kontaktvolumen nur unwesentlich kleiner. Vom leicht schmelzenden Messing brennen zwar 70 % mehr ab als vom Kupfer, aber die Gasentwicklung beträgt nur etwa die Hälfte; die Lichtbogenleistung ist also klein. Bei den Versuchen aufgenommene Oszillogramme zeigen, daß der Lichtbogen stets beim ersten Stromnulldurchgang erlischt. Besonders interessant ist das Verhalten der Wolfram-Kupfer-Verbundmetalle. Der Kontaktstoff mit höchstem Wolframgehalt unterscheidet sich in der Lichtbogenleistung nicht sehr von Wolfram. Schon eine kleine Änderung der Zusammensetzung und des Gefüges führt auf annähernd gleiche Lichtbogenleistung wie bei Kupfer, und das Verbundmetall mit kleinstem Wolframgehalt entspricht gar dem Messing, aber nur hinsichtlich der Lichtbogenleistung. Der Abbrand steigt dagegen nicht an, sondern sinkt bei den Ver-

bundmetallen etwa verhältnismäßig mit der Lichtbogenleistung. Er beträgt bei dem Verbundmetall mit kleinstem Wolframgehalt nur wenig mehr als ein Zehntel des Abbrandes von Kupfer. Das im Löschvorgang mit Messing übereinstimmende Verhalten dieses Kontaktwerkstoffes und die durch Versuche belegte Tatsache, daß die Wirkung bei kurzen Bögen am stärksten hervortritt, zeigt die außerordentlich rasche Wiederverfestigung der Lichtbogenstrecke an¹⁰⁾.

Eine kurze Lichtbogendauer läßt sich ohne die angeführten Maßnahmen nur durch erhebliche Steigerung der Schaltgeschwindigkeit erzielen. Bei unmittelbarem Antrieb des Lastschalters durch den Motor sind dann Nocken und Federn, also mechanisch mehr beanspruchte Bauelemente, erforderlich, die dem jeweils abschaltenden Kontakt die gewünschte Geschwindigkeit erteilen. Im Ausland werden Stufenregleinrichtungen für Großtransformatoren fast durchweg mit derartigen Lastschaltern und induktiven Schaltwiderständen gebaut. Die Klagen, die dort von seiten des Betriebes über störende Spannungsschwankungen beim Umschaltvorgang zuweilen geführt wurden, sind offenbar auf anfänglich falsche Bemessung der Schaltrosselspulen zurückzuführen.

In Deutschland haben sich der mit gleichbleibender geringer Schaltgeschwindigkeit unmittelbar vom Motor angetriebene Schalter mit Schaltrosseln, der Lauf-lastschalter (Abb. 4), und der unter der Wirkung

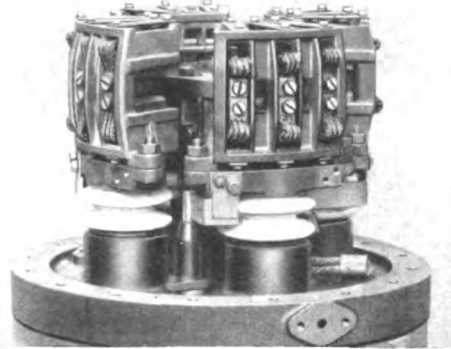


Abb. 4. Lauf-lastschalter für 600 A.

eines Kraftspeichers rasch betätigte Schalter mit ohmschen Widerständen, der Sprunglastschalter nach B. Jansen, seit Jahren bestens bewährt. Auch für den Sprunglastschalter werden Wolfram-Kupfer-Verbundstoffe mit Vorteil verwendet. Es wird in diesem Fall, da die Schaltgeschwindigkeit an sich schon höher als zur Löschung erforderlich, nur die größere Lichtbogenfestigkeit dieser Stoffe ausgenutzt; der Abbrand geht auf etwa ein Drittel des Abbrandes von Kupfer zurück. Um auch der geringen Wahrscheinlichkeit Rechnung zu tragen, daß der Sprunglastschalter infolge Bruches der Kraftspeicherfeder, eines Hebels und dgl., oder wegen Klemmens versagt, d. h. nicht rasch oder nicht ordnungsgemäß schaltet, wurde ein Schutz entwickelt, der auf die Gasentwicklung beim Durchbrennen der im Schalterkessel mit untergebrachten Schaltwiderstände oder bei einem Stehllichtbogen am Lastschalter selbst anspricht und die unmittelbare Abschaltung des Transformators veranlaßt. Der Auslöseimpuls wird von dem auf Potential befindlichen Lastschalterkessel durch ein Fallgewicht auf die Kontaktvorrichtung am geerdeten Transformatordeckel übertragen. Eine weitere, im Übertragen des Impulses gleichartige Einrichtung kann verwendet werden, um das Sinken des Ölspiegels im Schalterkessel unter den niedrigst zulässigen Wert zu melden.

⁹⁾ M. Schwalger, VDE-Fachber. 7 (1935) S. 16.

¹⁰⁾ T. E. Browne, Electr. Engng. 50 (1931) S. 952.

Der Stufenwähler.

Der Einfluß, den die beiden Lastschalterausführungen auf den Aufbau des Stufenwählers ausüben, ist nicht sehr wesentlich. Für das Zusammenarbeiten mit dem Lauf-lastschalter müssen zwei bewegliche, je für die halbe Stromstärke bemessene Wählerkontakte vorgesehen sein, die zwei Bahnen parallel geschalteter feststehender Kontakte bestreichen (Abb. 5 a). Im Verlaufe eines Schaltvorganges werden beide Wähler schrittweise nacheinander und stromlos bei entsprechender Stellung des Stromabnehmers im Lastschalter verstellt. Der mit Sprunglastschalter betriebene Wähler (Abb. 5 b) hat ebenfalls zwei, aber für die volle Stromstärke bemessene bewegliche Stufenwählerkontakte, die mit zwei Kontaktbahnen zusammenarbeiten. In der einen Kontaktbahn sind alle geradzahlgigen, in der anderen alle ungeradzahlgigen Anzapfungen zusammengefaßt. Während eines Schaltvorganges oder besser während des Aufziehens des Kraftspeichers wird nur ein Wähler, der stromfrei, umgestellt. Es ist ohne weiteres möglich, den für den Lauflastschalter gebauten Wähler auch für den Sprunglastschalter zu verwenden, indem in die Verbindung des einen beweglichen Stufenwählerkontaktes mit dem Lastschalter ein Wicklungsstück, die sogenannte Wanderspule, eingefügt wird (Abb. 5 c), die eine Stufenspannung zu liefern hat.

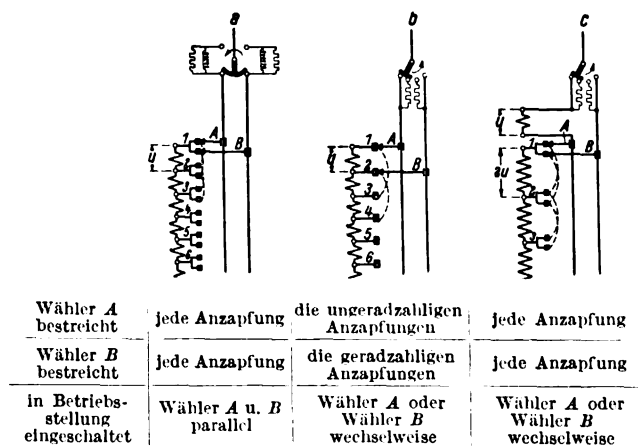


Abb. 5. Lastschalter und Stufenwähler (Grundsaltungen).

Zwischen zwei benachbarten feststehenden Kontakten der beiden Kontaktbahnen liegt dann die doppelte Stufenspannung. Ein für eine gegebene Stufenzahl und Stromstärke beim Lauflastschalter ausgelegter Stufenwähler ist so mit Sprunglastschalter für die halbe Stromstärke verwendbar, ergibt aber die doppelte Stufenzahl. Der Antrieb wird in diesem Falle so eingerichtet, daß im Verlaufe der Umstellung um eine Stufe sich auch nur ein Wähler bewegt. Die Ausführung nach Abb. 5 c hat den Vorteil, daß für eine bestimmte Stufenzahl nur etwa die Hälfte an Anzapfungen und gegebenenfalls Durchführungen zwischen Transformator- und Stufenwählerkessel benötigt werden.

Der Wendewähler.

Um an Anzapfungen zu sparen oder um mit der halben Regelwicklung (bei Spartransformatoren) auszukommen, können auch die Kontaktbahnen des durch einen Wendewähler ergänzten Stufenwählers zweimal befahren werden. Der Wendewähler kann einpolig oder zweipolig ausgeführt sein. Der Verwendung des Stufenwählers in der einen oder anderen Ausführung ist dabei keine Grenze gesetzt. Der einpolige Wendewähler wendet beim Durchgang durch die Mittelstufe entweder die angezapfte Regelwicklung, d. h. er schließt sie im entgegengesetzten Sinne

an die Haupt- oder Erregerwicklung an¹¹⁾, oder aber er schaltet eine Grobstufe, das ist eine Stufe von gleicher oder annähernd gleicher Größe, wie sie die Regelwicklung liefert, ab. Diese Schaltmöglichkeiten für den einpoligen Wendewähler zeigt Abb. 6, und zwar je für die beiden

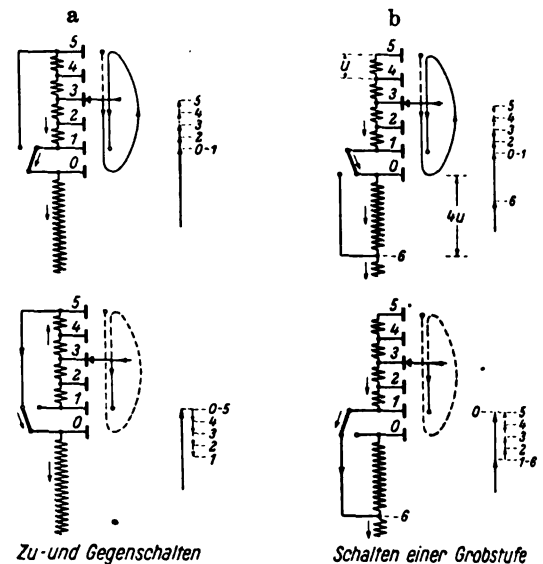


Abb. 6. Stufenwähler mit einpoligem Wendewähler, a Zu- und Gegenschalten, b Schalten einer Grobstufe.

Wendewählerstellungen gezeichnet. Im Fall a, beim Zu- und Gegenschalten der Regelwicklung, dreht sich die Stromrichtung in der Regelwicklung gegenüber der Hauptwicklung in der einen Wendewählerstellung um, im Fall b nicht. Dieser Umstand ist für die Wicklungsanordnung im Transformator wichtig. Der Wendevorgang und das Zusammenwirken mit dem Stufenwähler sind in beiden Fällen gleich. Ist an der Kontaktbahn des Stufenwählers der Kontakt 0 eingestellt, so führen Regelwicklung und

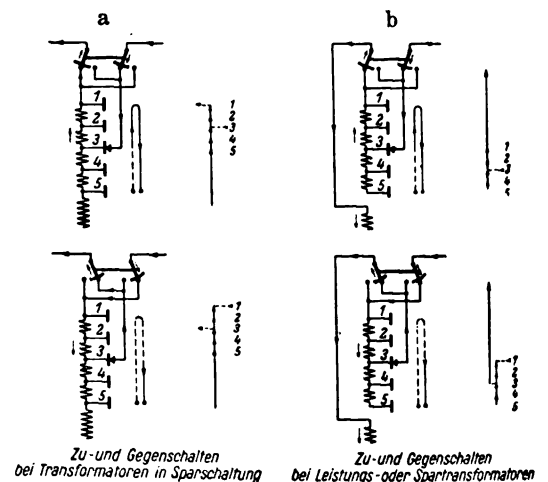


Abb. 7. Stufenwähler mit zweipoligem Wendewähler, a bei Transformatoren in Sparschaltung, b bei Leistungs- oder Spartransformatoren.

Wendewähler keinen Strom, der Wendewähler kann umgelegt werden; er verbindet dann beim Zu- und Gegenschalten das Ende der Hauptwicklung mit dem anderen Ende der Regelwicklung, beim Schalten einer Grobstufe das Ende der Regelwicklung mit der aus der Hauptwicklung abgezapften Grobstufe. Da zwischen den beiden fest-

¹¹⁾ Siemens-Jb. (1929) S. 228.

stehenden Kontakten des einpoligen Wendewählers stets die Spannung der Regelwicklung liegt, muß während des Umlegens des Wendewählers für kurze Zeit die Verbindung der Regelwicklung mit der Hauptwicklung aufgehoben werden.

Aus Abb. 7 sind die beiden üblichen Schaltungen für den zweipoligen Wendewähler zu ersehen¹²⁾. Beide bedingen eine Umkehr der Stromrichtung in der Regelwicklung beim Wenden. Durch den zweipoligen Wendewähler werden die Anschlüsse an die Regelwicklung, das ist der eine Anschluß an ein Wicklungsende und weiter der Anschluß an den beweglichen Stromabnehmer (Lastschalter), gegeneinander vertauscht. Die Spannungsdifferenz zwischen den feststehenden Kontakten des Wendewählers ist Null, sobald der Lastschalter über den Stufenwähler auf Kontakt 1 unmittelbar mit dem an den Wendewähler angeschlossenen Ende der Regelwicklung verbunden ist. Der zweipolige Wendewähler kann in dieser Stufenstellung in die andere Betriebsstellung umgelegt werden, wobei sämtliche Kontakte vorübergehend untereinander verbunden sind. Die Regelwicklung wird beim Wendevorgang nicht abgeschaltet.

Während also beim einpoligen Wendewähler zwischen den feststehenden Kontakten die Spannung der Regelwicklung liegt, der bewegliche Kontakt aber für das Wenden stromlos gemacht ist, führen die beweglichen Kontakte des zweipoligen Wendewählers beim Wenden Strom, aber die Spannungsdifferenz zwischen den feststehenden Kontakten ist Null. In beiden Fällen treten daher beim Wenden an den Kontakten keine Schaltbeanspruchungen auf.

Stufenregeleinrichtung und Wicklung.

Von der räumlichen und elektrischen Lage der angezapften Regelwicklung zur Hauptwicklung hängt grobenteils ab, welche der angeführten Möglichkeiten für die günstige Gestaltung der Stufenregeleinrichtung ausnutzbar ist. Die Regelwicklung kann elektrisch am Anfang, etwa in der Mitte und bei in Stern geschalteten Wicklungen am Knoten liegen und räumlich in die Hauptwicklung eingeschachtelt oder neben der Hauptwicklung angeordnet sein, wobei sich sowohl die Haupt- als auch die Regelwicklung aus einzelnen Wicklungsscheiben oder aus über die ganze Schenkellänge gezogenen Wicklungslagen aufbauen lassen. Hinsichtlich der möglichen elektrischen Beanspruchungen des angezapften und abschaltbaren Wicklungsteiles oder hinsichtlich des Amperwindungsausgleiches zur Wahrung der Kurzschlußfestigkeit bestehen zwischen den verschiedenen Anordnungen keine so grundsätzlichen Unterschiede, daß dadurch unmittelbar der einen oder anderen Lösung der Vorzug zu geben wäre. Jedenfalls besteht bei Leistungstransformatoren immer die Möglichkeit, durch geeignete Maßnahmen an der Wicklung die höchstmöglichen Stoßbeanspruchungen an der Stufenregeleinrichtung zu steuern. Daraus geht hervor, wie eng jeweils die Stufenregeleinrichtung an den Transformator und seinen Wicklungsaufbau gebunden ist. Es ist daher ganz allgemein nicht möglich, die Stufenregeleinrichtung als Schaltgerät für sich zu betrachten und etwa Überschlagswerte zwischen den einzelnen Kontakten festzulegen, ohne entweder die wirtschaftlichste Lösung zu drosseln oder vielleicht bei nicht geeignetem Wicklungsaufbau doch die Stufenregeleinrichtung gefährdet zu sehen.

Liegen die Anzapfungen am Knoten der in Stern geschalteten Wicklungen, so treten zwischen ihnen und somit an den Stufenwählern der drei Phasen nur die verketteten Spannungen der Regelwicklungen auf. Die Regeleinrichtungen der drei Phasen lassen sich baulich vereinigen, wobei die Lastschalter, die den Knoten bilden und

daher gleiches Potential haben, einerseits, die Stufenwähler andererseits gemeinsam für die volle Betriebsspannung gegen Erde isoliert sind. Diese einfache und gedrängte Bauart (Abb. 8) ist bei höheren Betriebsspannungen, etwa über 30 kV, allen anderen Ausführungen überlegen und wird am häufigsten verwendet. Daher soll für den Fall der Knotenpunktsregelung auf die Gesichtspunkte näher eingegangen werden, welche die Gestaltung der Stufenregeleinrichtung und den Wicklungsaufbau des Transformators bestimmen können. Die Möglichkeit, den Knoten an den Lastschaltern zu bilden, ist ohne weiteres gegeben, wenn die Regelwicklung über den ganzen Bereich angezapft ist, die Stufenregeleinrichtung also ohne Wendewähler verwendet wird. Auch der einpolige Wendewähler läßt dies zu, aber er trennt während des Wendevorganges

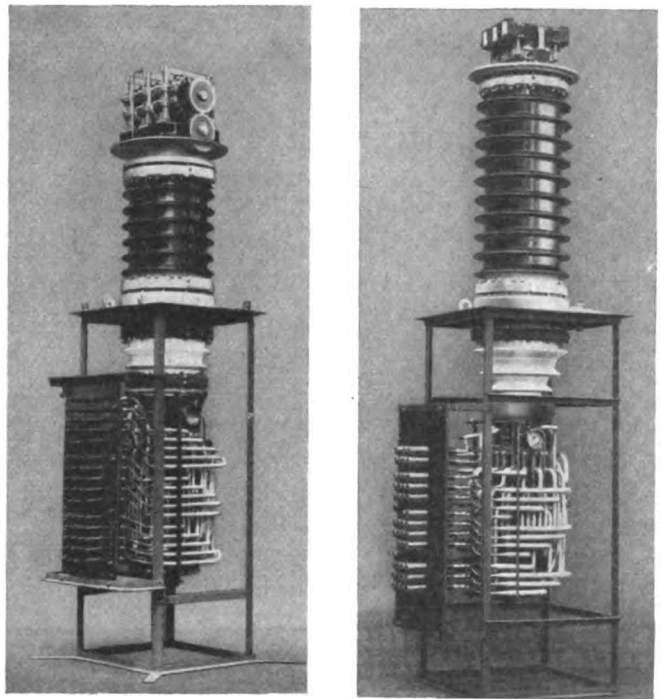


Abb. 8. Stufenregeleinrichtungen für Knotenpunktsregelung, a mit Laufschalter, b mit Sprungschalter.

die Regelwicklung von der Hauptwicklung ab. Die Regelwicklung ist für kurze Zeit sich selbst überlassen und nimmt ein mittleres Potential gegen die Hauptwicklung an, das nur durch das Verhältnis der Kapazität C_1 der Regelwicklung gegen die Hauptwicklung zu der Kapazität C_2 der Regelwicklung gegen Erde festgelegt ist, sofern die Regelwicklung nach Abb. 9 angeordnet wird. Sind diese Kapazitäten gleich groß, so beträgt die Potentialdifferenz zwischen dem an der Hauptwicklung gebildeten Knoten und den zum Wendewähler geführten Enden der Regelwicklung, von der induzierten Spannung abgesehen, 25 % der Betriebsspannung, d. s. bei $100/\sqrt{3}$ kV immerhin annähernd 15 kV. Im Augenblick des Abtrennens der Regelwicklung treten dann Ladefunken auf, die Schwingungsvorgänge hervorrufen können. Daher wird bei derartigen Anordnungen und höheren Betriebsspannungen durch einen hochohmigen Widerstand, der die Mitte der Regelwicklung mit dem Ende der Hauptwicklung verbindet, das Potential der Regelwicklung beim Wendevorgang gesteuert, ein Ladefunken unterdrückt. Der Aufwand für den Steuerwiderstand ist um so größer, je höher die Betriebsspannung, je größer der Regelbereich und die Kapazitäten sind und je ungünstiger das Verhältnis der

¹²⁾ K. Bölle, Hochspannungsforschung und Hochspannungspraxis, S. 76, herausg. von J. Biermanns und O. Mayr, Berlin: J. Springer 1931.

Kapazitäten zueinander ist. Er kann, da der Widerstand nicht nur der halben Spannung der Regelwicklung, sondern auch den Beanspruchungen bei der Windungsprobe gewachsen sein muß, so beträchtlich sein, daß schließlich der durch den Wendewähler eingebrachte Vorteil verlorengeht. Die Schwierigkeiten, die abgetrennte Regelwicklung auf Potential zu halten, wachsen bei dieser Wicklungsanordnung noch beträchtlich, wenn am Wicklungsanfang geregelt wird, denn dann beträgt die Potentialdifferenz zwischen der abgetrennten Regelwicklung und dem Anfang der Hauptwicklung für das Beispiel 75 % des Betriebspotentials. Der naheliegende Weg, die abgetrennte Regelwicklung nur kapazitiv durch Schilder oder durch eine andere Wicklungsaufteilung (z. B. bei Lagenwicklung) auf Potential zu halten, ist nicht immer gangbar und zweckmäßig. Gleichwohl bleibt dem einpoligen Wendewähler gerade bei der Knotenpunktsrege-

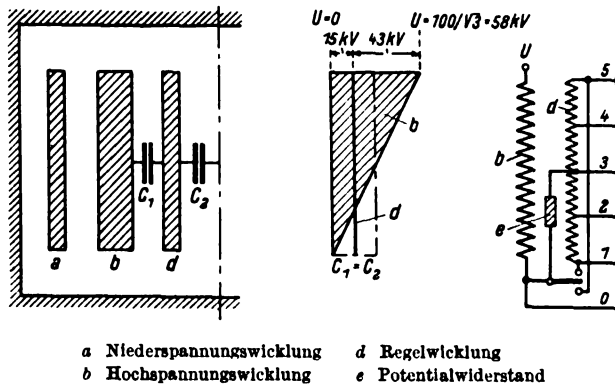


Abb. 9. Abtrennen der Regelwicklung von der Hauptwicklung.

lung und bei mittleren Betriebsspannungen ein weites Anwendungsgebiet gesichert. Ob der einpolige Wendewähler für Zu- und Gegenschalten oder für das Schalten einer Grobstufe vorzusehen ist, hängt wieder in erster Linie von der Wicklungsanordnung ab. Die in dem Beispiel (Abb 9) in einer besonderen Schalteröhre untergebrachte Regelwicklung kann zu der Hauptwicklung zu- oder der Hauptwicklung entgegengeschaltet werden, ohne daß sich störende Streuverhältnisse ergeben. Allerdings entstehen im Bereich der Gegenschaltung erhöhte Verluste, denn mit abnehmender Spannung wächst, auf allen Stufen gleichbleibende Leistung vorausgesetzt, der Strom an. Die Zahl der insgesamt eingeschalteten Windungen nimmt aber nur bis zur Mittelstufe ab und dann bei der Gegenschaltung wieder fortschreitend zu, so daß in der Absatz-Endstufe bei höchstem Strom alle Windungen eingeschaltet sind und folglich auch der volle Wicklungswiderstand wirksam ist. Bei Zu- und Gegenschaltung entspricht die Zahl der in der Regelwicklung unterzubringenden Windungen nur dem halben ausregelbaren Spannungsbereich. Dagegen ist auf der niedrigsten Stufe die dem ganzen Regelbereich entsprechende Windungszahl abgesaltet, wenn der Wendewähler eine Grobstufe schaltet oder wenn kein Wendewähler verwendet wird, die Anschlüsse an den Stufenwähler also den gesamten auszuregelnden Spannungsbereich umfassen. Die letzteren beiden Ausführungen, der Stufenwähler mit dem eine Grobstufe schaltenden einpoligen Wendewähler oder der Stufenwähler ohne Wendewähler, werden bei der Knotenpunktsregelung meistens vorgesehen. Die Verluste sind

dann auch auf der niedrigsten Spannungsstufe die erreichbar kleinsten, die Möglichkeiten, die für die räumliche Anordnung der Regelwicklung bestehen, weniger eng begrenzt. Die Regelwicklung kann z. B. auch in die Röhre der Hauptwicklung eingeschachtelt werden, während bei Gegenschaltung in diesem Falle hohe zusätzliche Verluste und eine unzulässige Minderung der Kurzschlußfestigkeit infolge Querstreueung entstehen würden. Ist kein Wendewähler vorgesehen, so bleibt natürlich die Regelwicklung stets mit der Hauptwicklung verbunden. Bei Verwendung eines zweipoligen Wendewählers kann der Knoten nicht an den Lastschaltern gebildet werden, er müßte an den Wendewählern liegen. Die Lastschalter der drei Phasen nehmen dann in den Grenzstellungen die verkettete Spannung der Regelwicklung gegeneinander an. Dafür müßten die Lastschalter und ihre Antriebe gegeneinander und gegen den Schalterkessel isoliert werden. Der zweipolige Wendewähler kommt daher für Knotenpunktsregelung praktisch nicht in Frage. Er läßt sich aber für die Regelung am Wicklungsanfang verwenden, wobei an sich schon die Stufenregleinrichtungen der drei Phasen getrennt angeordnet und für die volle Betriebsspannung gegen Erde und gegeneinander isoliert sind. Besonders geeignet ist er für einen Fall der Regelung am Wicklungsanfang: für Transformatoren in Sparschaltung mit zur Mittelspannung symmetrischem Regelbereich. Es wird nicht nur das Abschalten der Regelwicklung vermieden, sondern es ergeben sich auch bei gleichem Werkstoffaufwand im Transformator, über den ganzen Regelbereich gleichbleibende Durchgangsleistung vorausgesetzt, als Folge des Vertauschens der Netzanschlüsse günstigere Gesamtverluste als sie bei Verwendung eines einpoligen Wendewählers erreichbar wären.

Ganz allgemein läßt sich sagen: Stufenregleinrichtungen für hohe Betriebsspannungen erhalten meistens keinen Wendewähler. Das Regelverfahren mit der „Wanderspule“ gestattet gleichwohl, die Zahl der erforderlichen Anzapfungen auf etwa die Hälfte der auszuführenden Spannungsstufen zurückzusetzen. Eine Ausnahme bildet der Spartransformator; dessen Stufenregleinrichtung wird zweckmäßig mit zweipoligem Wendewähler ausgeführt. Bei mittleren und niederen Betriebsspannungen lassen sich stets Stufenregleinrichtungen mit einpoligem Wendewähler verwenden. Bei Leistungstransformatoren wird das Schalten einer Grobstufe bevorzugt, bei Spartransformatoren mit symmetrischem Regelbereich kommt nur Zu- und Gegenschaltung in Frage.

Zusammenfassung.

In Deutschland ist der Aufbau der Stufenregleinrichtungen für Großtransformatoren weitgehend einheitlich. Als Lastschalter werden sowohl Lauflastschalter mit Schaltdrosselpulen als auch Sprunglastschalter nach B. Jansen mit ohmschen Schaltwiderständen verwendet. Durch Parallelwiderstände zu den Schaltdrosseln und Auflagen aus Wolfram-Kupfer-Verbindstoffen auf die Schaltkontakte wird der Abbrand beim Lauflastschalter sehr günstig gestaltet. Von wesentlichem Einfluß auf den Aufbau der Stufenregleinrichtungen, insbesondere aber auf die Art und die Anwendung des Wendewählers, ist die Wicklungsanordnung des Transformators und die Lage der Stufenregleinrichtung am Wicklungsanfang, in Wicklungsmitte oder bei in Stern geschalteten Transformatoren am Knoten. Die Regelung am Knoten wird des einfachen Aufbaues wegen bei hohen Betriebsspannungen stets bevorzugt.

Eine einfache Konstruktion der Stromkurve von hochgesättigten Drehstrommotoren.

Von Georg Schwabe, Bielitz.

Übersicht. Eine einfache Konstruktion der wirklichen Ortskurve hochgesättigter Drehstrommotoren wird entwickelt, welche den Bedürfnissen der Praxis hinreichend entspricht.

Das Verhalten des ungesättigten Drehstrommotors stimmt mit der Theorie des Ossannakreises genau überein, da die Voraussetzung zur Theorie, nämlich Konstanz der Reaktanzen und Widerstände im ganzen Arbeitsbereich des Motors, erfüllt ist.

Bei hochgesättigten Motoren jedoch zeigen die Prüfergebnisse eine Ortskurve des Stromes, die einer Ellipse ähnlich ist; diese Erscheinungen sind durch verschiedene Veröffentlichungen¹⁾ bekannt geworden. Als Hauptursache dieser neuen Stromkurve wird die Veränderlich-

513. 61. 001. I : 621. 313. 333. 013. I
Kreis K_5 dem tatsächlichen Kurzschlußpunkt P_K des gesättigten Motors entspricht. Ferner ist $U/2 \cdot (R_1 + R_2)$ ein Kreis mit dem Halbmesser $U/2 \cdot (R_1 + R_2)$, $U/2 \cdot R_1$ ein Kreis mit dem Halbmesser $U/2 \cdot R_1$, die Kreise R_1, R_2, R_3, R_4, R_x haben einen Halbmesser $U/2 \cdot (R_1 + R_2/\sigma)$ bei verschiedenem σ entsprechend den dazugehörigen Betriebspunkten P_1 bis P_x , wobei jeder Punkt der Stromkurve, z. B. P_x durch den Schnitt der betreffenden Kreise, also in diesem Falle durch den Schnitt der Kreise R_x und K_x , gegeben ist.

Diese Art der Konstruktion der Arbeitskurve erfordert das Einzeichnen vieler Kreise, welche durch verhältnismäßig umständliche Messungen oder Rechnungen entwickelt werden müssen, wie F. Unger selbst bemerkt. Beim Lösen dieser Aufgabe in der Praxis durch Messungen ist die Aufnahme der Kurzschlußkennlinie durch viele Kurzschlußmessungen notwendig, um die Veränderlichkeit der Reaktanz ersichtlich zu machen, während bei der Berechnung die wiederholte Anwendung verschiedener Sättigungsverhältnisse und Erfahrungswerte berücksichtigt werden müssen.

Es soll daher im nachstehenden eine Konstruktion für die Praxis entwickelt werden, die beim normalen Motor mit dem Einzeichnen von vier Kreisen auskommt, wie in

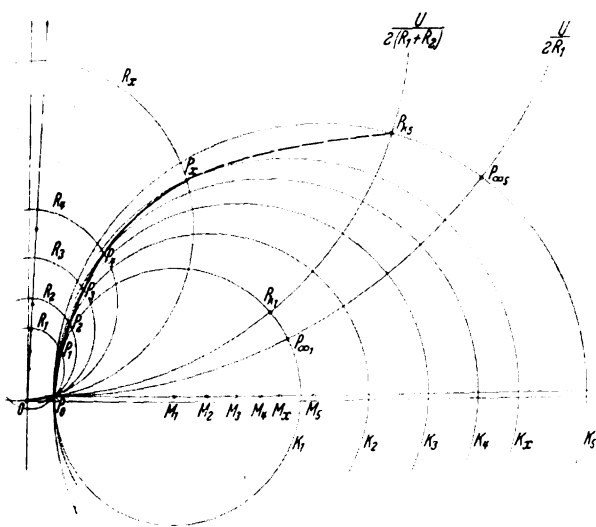


Abb. 1.

keit der Reaktanz angegeben, hervorgerufen durch die hohe Zahnsättigung und die Sättigung der Streuwege überhaupt. Die Reaktanz ist somit nach unbekannten Funktionen von Strom bzw. Schlupf abhängig und kann bis auf rd. 70 % ihres ursprünglichen Wertes bei Betriebsstrom fallen. Man hat sich in der Praxis meistens mit der Konstruktion von Schmiegunskreisen an die wirklichen Kurven beholfen. Der Nachteil aller dieser Konstruktionen ist der, daß der zugehörige Schlupf zu den einzelnen Punkten nicht genau angegeben werden kann. Die Überlegungen und Versuche von F. Unger haben ergeben, daß die Kurzschlußpunkte bei veränderlicher Kurzschlußreaktanz angenähert auf einem Kreis liegen müssen, ebenso die Punkte für $\sigma = \infty$. Für jeden Punkt der Stromkurve benötigt man daher den dazugehörigen Streuungskreis, da dieser nur für eine Schlupfung σ und den dazugehörigen Strom gültig ist. Sind Berechnungen oder Messungen gegeben, die für jeden Schlupf den Streuungskreis angeben, so ist es tatsächlich möglich, nicht nur Stromkurve, sondern auch die Leistungs- und Drehmomentenkurve genau einzuzichnen. In Abb. 1 ist dies wiedergegeben.

Es bezeichnet K_1 den Ossannakreis für den Vollastpunkt P_1 , die weiteren Ossannakreise K_2, K_3, K_4, K_x gelten für die Betriebspunkte P_2, P_3, P_4, P_x , während der

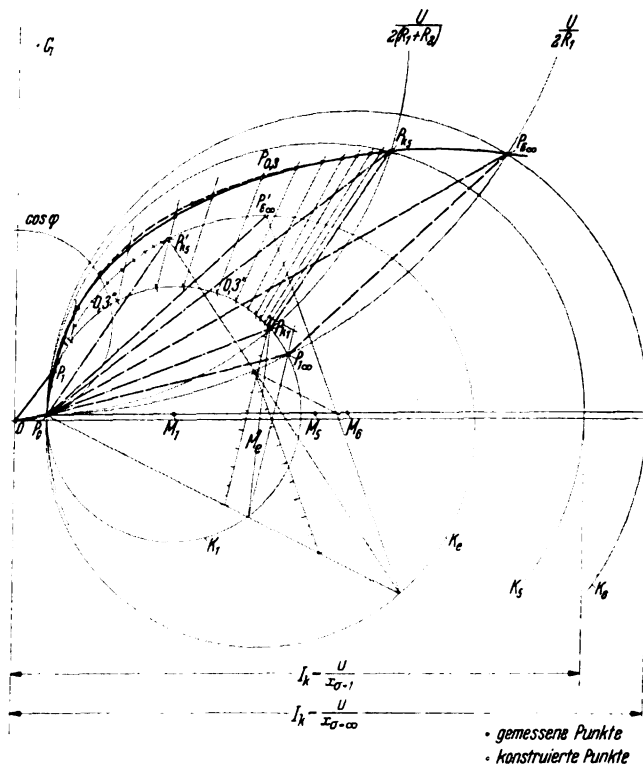


Abb. 2.

Abb. 2 dargestellt ist. Auch bei hochgesättigten Motoren ist die Reaktanz bis ungefähr zum Vollaststrom bzw. normalem Schlupf annähernd konstant, um später mit zunehmendem Schlupf einen Kleinstwert anzunehmen. Wir sind daher berechtigt, den Arbeitsbereich des Motors von σ_0 bis σ_∞ durch einen Ossannakreis K_1 zu beschreiben. Diese Erscheinung hat auch schon Unger in seinem angeführten Aufsatz durch Messungen festgelegt. Für die Werte $\sigma = 1$ und $\sigma = \infty$ gelten die Punkte P_K und P_{∞}

¹⁾ Z. B. F. Unger, Elektrotechn. u. Masch.-Bau 48 (1930) S. 745.

der Kreise K_1 und K_0 mit der Bemerkung, daß Punkt P_{K_1} und $P_{0\infty}$ nicht mehr auf einem Kreis liegen können, wie es beim Kreis K_1 für die Punkte P_{K_1} und $P_{1\infty}$ der Fall ist. Für die Werte $\sigma = 1$ und $\sigma = \infty$ spiegeln die Vektoren $\overline{P_{K_1}P_{K_1}}$ und $\overline{P_{1\infty}P_{0\infty}}$ den Einfluß der Sättigung genau wider, während für die Zwischenwerte $\sigma > 0$ und $\sigma < 1$ ähnliche Vektoren erst bestimmt werden müssen. Da $P_0P_{K_1}$ und $P_0P_{0\infty}$ durch vektorielle Summation der Vektoren $\overline{P_0P_{K_1}}$ und $\overline{P_{K_1}P_{K_1}}$ bzw. $\overline{P_0P_{1\infty}}$ und $\overline{P_{1\infty}P_{0\infty}}$ entstanden sind, so müssen zwei parallel geschaltete Stromzweige vorhanden sein. Ähnliche wie die erwähnten Vektoren teilen wir auch die anderen Vektoren für andere Werte von σ der wirklichen Ortskurve des gesättigten Motors zwar willkürlich, aber aus oben erwähnten praktischen Gründen heraus in zwei Teile, und zwar dergestalt, daß einem Teil der ungesättigte Motor zukommt, während der andere Teil nur die Sättigungserscheinungen zur Darstellung bringt. Die Ortskurve des einen parallel geschalteten Stromzweiges ist daher der Ossannakreis K_1 , so daß der eine Teilstrom für jedes σ festgelegt ist, während Richtung und Größe des anderen Teilstromes noch unbekannt sind. Zunächst wissen wir nur, daß auch dieser zweite Stromzweig abhängig vom Schlupf sein muß; transformieren wir die zwei Vektoren $\overline{P_{K_1}P_{K_1}}$ und $\overline{P_{1\infty}P_{0\infty}}$ nach P_0 als Ursprung, so besitzen wir von der gesuchten Kurve drei Punkte, nämlich P_0 , P'_{K_1} , $P'_{0\infty}$, da die Kurve für $\sigma \cong 0$ den Wert 0 haben muß. Untersucht man, welche Ortskurven der Theorie nach möglich sind, so muß sofort die Gerade ausgeschaltet werden, da sie für $\sigma = \infty$ einen unendlich großen Strom ergeben würde. Die einfachste Kurve, bei der bei einem unendlichen Parameter der Strom endlich bleibt, ist der Kreis allgemeiner Lage, wobei der Parameter allerdings nur ersten Grades ist. Beugnet man sich mit dieser Voraussetzung und läßt etwaige Glieder höheren Grades von σ außer acht, so kann die Konstruktion sofort durchgeführt werden, da drei Punkte zur Bestimmung eines Kreises genügen. In Abb. 2 ist dies durchgeführt und dieser Kreis mit K_e mit dem Mittelpunkt M_e benannt. In diesem Falle kommt man also mit den angegebenen vier Kreisen aus, so daß man nur außer dem Ossannakreis K_1 die Punkte P_{K_1} und $P_{0\infty}$ zu berechnen oder zu messen hat. Die weitere Konstruktion einzelner Punkte der Kurve ist einfach, sie erfolgt durch Summierung der Vektoren der beiden Kreise K_1 und K_e für gleichen Schlupf, ebenso die Ermittlung der Leistungs- und Drehmomentenlinie. Die Summierung ist beispielsweise für $\sigma = 0,3$ in der Abb. 2 durchgeführt, die Punkte $0,3'$ und $0,3''$ gehören zu den Kreisen K_1 und K_e , während $P_{0,3}$ ein Punkt der wirklichen Ortskurve ist. Die gezeichnete Kurve stimmt praktisch mit der gemessenen überein, Abweichungen dürften durch zusätzliche Erwärmung des Motors während der Messung verursacht worden sein. Die Zusammensetzung von zwei Kreisen von verschiedenem Durchmesser und Lage der Kurzschlußpunkte ergibt bekanntlich eine Kurve höherer Ordnung, während man eine ebensolche Kurve erhält, wenn man die Reaktanz beim Ossannakreis umgekehrt proportional dem Schlupf macht, ein Beweis für die Richtigkeit der Konstruktion.

Will man auf Kosten der Einfachheit der Konstruktion der wirklichen Ortskurve die Genauigkeit erhöhen und Glieder höherer Ordnung von σ berücksichtigen, so können in ähnlicher Weise drei und mehr Stromzweige herausgebildet werden, was durchaus möglich ist, wenn weitere Punkte der Stromkurve durch Rechnung oder Messung gegeben sind.

Das Verfahren hat sich auch bei Doppelnutankermotoren anwenden lassen. Der Motor wird am besten in zwei Teile geteilt, wobei jedem Teil des Ständers ein

Läufer zugeordnet wird. Auf diese Weise ergeben sich zwei Ossannakreise und zwei Zusatzkreise, die addiert werden müssen. Eine bei manchen Motoren zulässige Vereinfachung ergibt sich, wenn man nur einem Teil (z. B. den Anlaufkäfig) einen Zusatzkreis zuordnet. Die Möglichkeit, die Drehmomentenkurve, die Überlastbarkeit und den Anlaufstrom bei voller Spannung und bei Stern-dreieckschaltung zu überwachen, ist somit auf Grund obiger Konstruktion gegeben, was besonders bei Motoren großer Leistung wichtig ist.

Zusammenfassung.

Die Ortskurve des hochgesättigten Drehstrommotors entsteht durch die Addition des normalen Ossannakreises und eines sogenannten Sättigungskreises, wobei die Genauigkeit der konstruierten Kurve den Bedürfnissen der Praxis vollkommen genügt. Im Gegensatz zu der bisherigen Konstruktion der Ortskurve ist nur die Berechnung weniger Punkte der Ortskurve notwendig, so daß die Ermittlung der Kurzschlußkennlinie oder ähnliche Berechnungen überflüssig werden.

Betriebserfahrungen mit Erdschlußspulen in England.

621. 316. 935. 004. 12 (42)

Seitdem im Oktober 1934 die Edmundsons Electricity Corporation den Entschluß gefaßt hat, von der bis dahin allgemein üblichen Praxis abzuweichen und in einem ihrer 11-kV-Netze eine Erdschlußspule einzubauen, hat sich auch in England die Erkenntnis von den überragenden Vorzügen der induktiven Erdung in steigendem Maße durchgesetzt¹⁾.

M. Taylor und P. F. Stritzl wiesen in einem Vortrag darauf hin, daß heute bereits über 50 Netze in England durch Erdschlußspulen geschützt sind; sie konnten auch bereits über eine Reihe von Betriebserfahrungen berichten, die allerdings für den deutschen Ingenieur kaum etwas Neues bieten. Interessant ist, daß eine Reihe englischer Firmen im Gegensatz zu den in anderen Ländern gesammelten Erfahrungen auf dem Standpunkt stehen, man solle die Erdschlußspule nur zur Bekämpfung kurzzeitiger Überschläge verwenden und von ihrer Fähigkeit in Dauererdschluß zu fahren, keinen Gebrauch machen. Demgemäß wenden diese Firmen kostspielige und mitunter recht komplizierte Einrichtungen an, um die Erdschlußspule selbsttätig kurz zu schließen, wenn ein Erdschluß länger als einige Sekunden anhält, und bemessen sogar die Spulen selbst für kurzzeitigen Betrieb, eine Maßnahme, die den Wert solcher Spulen bedeutend einschränkt und vor allem den späteren Übergang auf die volle Verwendung unmöglich macht, trotzdem aber keine Ersparnis mit sich bringt. Demgegenüber gibt es allerdings auch eine Reihe von Netzen, welche sich die Erfahrungen des Auslandes zunutze machen und die Spulen in der allgemein üblichen Weise voll ausnützen.

Da die meisten englischen Netze unter Berücksichtigung fester Nullpunkts-Erdung gebaut und isoliert sind, war es notwendig, die Frage zu prüfen, ob die Netze der in den beiden gesunden Leitern auftretenden Spannungserhöhung gewachsen sind. Mit dieser Frage beschäftigten sich die Vortragenden ziemlich ausführlich und kommen dabei zu dem Schluß, daß in der großen Mehrzahl der Fälle keine Schwierigkeit zu befürchten ist, was ja auch die bisher vorliegenden guten Erfahrungen beweisen. Bemerkenswert ist, daß in der dem Vortrag folgenden Aussprache nicht eine Stimme gegen die Erdschlußspule laut wurde. Mehrere Leiter englischer und überseeischer Elektrizitätswerke waren in der Lage, die Ausführungen der Vortragenden durch Mitteilungen ihrer Betriebserfahrungen zu ergänzen und im wesentlichen zu bestätigen. Bemerkenswert sei, daß immer noch weitaus die größte Zahl aller englischen Hochspannungsnetze mit fester Nullpunkts-Erdung arbeitet. Es ist jedoch erfreulich, daß sich die in England ursprünglich so sehr bekämpfte Erdschlußspule nun doch allmählich auch hier durchsetzt. Gdn.

1) M. Taylor u. P. F. Stritzl, Vortrag in London am 13. 12. 1937.

Die neunte Tagung der Internationalen Hochspannungskonferenz (CIGRE).

621. 3 (062)

Übersicht. Vom 24. 6. bis 2. 7. 1937 fand in Paris die neunte Tagung der Internationalen Hochspannungskonferenz statt, die von 41 Ländern mit etwa 800 Vertretern aus Kreisen der Elektroindustrie, Elektrizitätsversorgung, Behörden, Verwaltungen und der Wissenschaft besetzt war. Deutschland war mit etwa 50 Vertretern und 14 Fachberichten beteiligt. Kurz vor Erscheinen der Gesamtberichte über die neunte Tagung soll nachstehend ein Querschnitt über die einzelnen Fachberichte gegeben werden, wobei entsprechend dem Hauptaufgabenbereich der CIGRE die eigentliche Hochspannungstechnik etwas eingehender berücksichtigt wurde. Bei dem zur Verfügung stehenden knappen Raum konnten Inhalt und Ergebnisse der einzelnen Fachberichte im allgemeinen nur andeutungsweise umrissen werden.

I. Erzeugung, Umformung und Unterbrechung der elektrischen Energie. Messung und Meßverfahren.

1. Elektrische Maschinen und Transformatoren.

E. Wilczek (Ungarn). Betrachtung über die in einzelnen Ländern gebräuchliche Praxis hinsichtlich Größe der Einheitsleistung und Nennspannung von Turbogeneratoren; größte Werte 200 MVA bzw. 36 kV.

J. Rezelman (Belgien). Ein- und dreipolige Stoßkurzschlußversuche an Drehstromgeneratoren.

J. Rosen (England) berichtet über Entwicklung von Hochspannungs-Generatoren (≥ 36 kV) zur unmittelbaren Speisung von Drehstromnetzen ohne Transformator, wobei Überströme und Überspannungen durch konzentrische Wicklungen hoher Reaktanz bzw. großer Windungskapazität begrenzt werden. Die Gesamtleistung der seit 1928 in Betrieb bzw. in Planung befindlichen Hochspannungsmaschinen beträgt etwa 1000 MVA.

S. Lénard (Ungarn). Betriebswirtschaftliche Betrachtung über jährliche Kupfer- und Eisenverluste von Transformatoren hinsichtlich Anschaffungs-, Betriebskosten und insgesamt investierten Kapitals.

R. Savagnone (Italien). Mittelbare Wirkungsgradbestimmung der Einheit Transformator und gittergesteuerter Quecksilberdampf-Gleichrichter durch Leerlauf- und Kurzschlußversuch. Verfahren zur Bestimmung der Einzelverluste.

W. Reiche (Deutschland) schlägt vor, zur Begrenzung der Stoßüberschlagspannung von Transformatoren Parallelfunkentrecken zur Durchführung anzuordnen, die für Innenraum- und Freiluft auf gleiche (REH-) Schlagweite eingestellt sind. Eine schwingungsfreie Stoßspannungsverteilung längs der Wicklung wird durch Röhrenspulen und Metallschirme erzielt. Schaltungen für ein- und dreipolige Stoßversuche an wechselspannungserregten Transformatoren. Beobachtungen und Messungen mit Kathodenstrahloszillograph (KO) und Mikrophon während der Stoßprüfung, deren Einführung als Typenprüfung erörtert wird.

R. Elsner (Deutschland). Die Beanspruchung von Regeltransformatoren (Zusatztransformatoren und Leistungstransformatoren mit Regelung im Sternpunkt) bei Gewitterüberspannungen wird rechnerisch und mit Kathodenstrahloszillograph untersucht. Die Anfangsspannungsverteilung an der beanspruchten Regelwicklung kann durch Vergrößerung der Querkapazität, mehrlagige Röhrenwicklungen, metallische Schilde bzw. ringförmige Scheiben (bei Scheibenspulen) gesteuert werden. Bei Zusatztransformatoren kann der quasistationäre Spannungsabfall an der Zusatzwicklung durch Überbrückung derselben mit Kondensatoren oder Ableiter abgesenkt werden. Durch diese Maßnahmen wird selbst bei gedrängter Bauart große Gewittersicherheit erzielt.

W. Kraemer (Deutschland). Verzerrung der Spannungs-kurve von Drehstromnetzen durch Oberwellen im Magnetisierungsstrom von Transformatoren. Kompensierung der fünften Oberwelle durch Hilfsschenkel nach Hueter und Buch für kleine und mittelgroße Trans-

formatoren. Magnetische Stern dreieckschaltung für Großtransformatoren, Fünfschenkelkern bzw. Dreischenkelkern mit aufgelöstem Jochdreieck. Oszillogramme des durch derartige Schaltungen von Oberwellen befreiten Magnetisierungsstromes.

K. Kühn (Deutschland). Oberwellen in der Spannungs-kurve von Hochspannungsnetzen können durch schlechte Spannungs-kurve der Generatoren, nicht sinusförmigen Magnetisierungsstrom von Transformatoren, Gleichrichterbelastung, Lichtbogenöfen hervorgerufen und bei stark kapazitiver Belastung vergrößert werden. Nachteilige Wirkung der Spannungs-oberwellen: starkes Feuern der Umformerbürsten, Erschwerung der Erdschlußlöschung, Überlastung von Kondensatoren, Überbeanspruchung der Dämpferwicklungen von Maschinen. Abhilfsmaßnahmen betrieblicher Art sowie durch möglichst oberwellenfreie Spannung der Generatoren und oberwellen-armen Magnetisierungsstrom der Transformatoren, beispielsweise durch die von W. Kraemer angedeuteten Verfahren oder durch Verwendung von Transformatoren verschiedener Schaltart bzw. Einbau von Drosselspulen entsprechender Schaltung.

C. I. Budeanu (Rumänien). Strom- und Spannungs-oberwellen in Hochspannungsnetzen, ihre Ursachen (z. B. Transformatoren), Wirkungen und Übertragungsmöglichkeiten.

2. Parallelbetrieb, Frequenz-, Spannungs- und Leistungsregelung, Stabilität.

F. Grieb (Schweiz). Betriebserfahrungen mit elastischen umlaufenden Frequenzumformern zur Netzkupplung, bestehend aus Synchron- und Asynchronmaschine mit Scherbius-Maschine und Frequenzwandler, Beschreibung der Regelungsarten.

M. Bouffart (Belgien). Frequenzregelung in Verbundnetzen zur Erleichterung des Leistungsaustausches bei selbsttätiger Leistungsregelung. Die astatische Frequenzreglung in einem Netze eines Netzverbandes verbessert bereits die Betriebsbedingungen. Bestrebungen, sämtliche Kraftwerke an der Frequenzregelung teilnehmen zu lassen. Amerikanische Betriebsergebnisse.

P. Ailleret (Frankreich). Im ausgedehnten Verbundbetrieb ist an Stelle der Frequenzhaltung durch ein Werk eine gemischte Frequenz- und Leistungsregelung erforderlich. Gesichtspunkte für die Zusammenarbeit zwischen mechanischen und elektrischen Regelvorrichtungen.

W. Wanger (Schweiz). Zahlreiche Versuche an mittelgroßen Synchronmaschinen bei plötzlichen Belastungsänderungen gaben Aufschluß über den Einfluß der Läuferbauart auf die dynamische Stabilität von Synchronmaschinen. Weitere zwei- und dreipolige Netzkurzschlußversuche mit einem größeren Synchrongenerator ergänzten die Unterlagen für Stabilitätsberechnungen.

3. Isolieröle und feste Isolierstoffe.

H. Weiß und T. Salomon (Frankreich). Bericht über Arbeiten des CIGRE-Ausschusses für Isolieröle. Untersuchung über Regeneration von Isolier- und Dampfturbinenölen. Einflußgrößen auf die elektrische Leitfähigkeit von Isolierölen. Versuche über künstliche Alterung. Korrosion von Metallen durch gealterte Öle.

L. S. Ornstein, P. J. Haringhuizen und D. A. Was (Holland) untersuchen die Einwirkung von Isolierölen und Fetten auf Kupfer, Zinn und Blei. Kupfer neigt zur größten Schlamm-bildung des Öles. Bei Schmierölen üben Zinn und Blei eine reduzierende Wirkung aus. Kupfer müßte zur Vermeidung von Korrosion durch Isolieröle mit einer Auflage aus anderem Metall geschützt werden, das zur Bildung einer Schutzschicht neigt.

J. Borel (Schweiz). Dielektrische Verlustmessung an Isolierölen verschiedener Herkunft bei Gleich- und

Wechselspannung. Einfluß der Öltemperatur, der angelegten Spannungshöhe und des Wassergehaltes auf die Verluste bzw. elektrische Leitfähigkeit.

H. W. L. Bruckman (Holland) berichtet über Dauerversuche (100 Std.) an Transformatorölen bei 100°C zur Feststellung der Niederschläge, wobei gleichzeitig Kapazitätsstrom und dielektrische Verluste mit Schwinggleichrichter nach Keinath und Pfannenmüller zur Überwachung des Alterungsvorganges aufgezeichnet werden.

P. Ferrier (Frankreich). Entwicklung eines besonderen Isolierkörpers aus Beton mit guten elektrischen, mechanischen Eigenschaften und Witterungsbeständigkeit. Isolation von Zubehörteilen bei Mittel- und Hochspannung, z. B. wurden Wanddurchführungen zur Erhöhung der Kurzschlußfestigkeit in derartige Betonkörper eingekittet.

H. Schering (Deutschland). Bericht über die Arbeiten des Isolierstoffausschusses. Von Deutschland wurde eine Eigenschaftstafel für keramische Stoffe, Hartpapiere, geklebte Glimmerstoffe nebst Vorschlag bestimmter Zahlenwerte für spätere internationale Eigenschaftstafel aufgestellt. Anregungen anderer Länder liegen vor.

4. Hochspannungsschaltgeräte.

S. Teszner und L. Gorjup (Frankreich). Beschreibung eines neuen Schalterprüffeldes. Kurzschluß-generator mit Stoßerregung zur Nachprüfung symmetrischer Ausschaltleistungen bis 800 MVA. Versuche und Entwicklungsarbeiten an Hochleistungssicherungen sowie an ölarmen Schaltern und Luftschaltern.

E. Pugno-Vanoni und G. Sameda (Italien) beschreiben verschiedene Kunstschaltungen zur Abschaltprüfung von Leistungsschaltern, ähnlich wie von E. Marx angegeben, indem z. B. ein Stromkreis bei ziemlich niedriger Spannung den betriebsfrequenten Strom liefert und im Augenblick des Strom-Null-Durchganges von einer anderen Stromquelle eine hochfrequente Spannung oder Stoßspannung zwischen den Schalterkontakten erzeugt wird.

Ch. Bresson (Frankreich) beschreibt einzelne Bauarten von „autopneumatischen“ Druckluftschaltern für verschiedene Betriebsspannungen und Abschaltvermögen sowie ihren Einbau in Schaltanlagen.

O. B. Bronn (Rußland). Lichtbogenlöschung mittels magnetischer Blasung. Wirksamkeit eines zum Bogen senkrecht gerichteten Luftstromes.

J. V. Butkevitch (Rußland) beschreibt eine Lichtbogenlöschvorrichtung mit parallel zu den Schalterkontakten liegendem Stromrichtergefäß, das bei genügender Höhe der Lichtbogen- oder wiederkehrenden Spannung zündet und dadurch die Schaltstrecke zwischen den Schalterkontakten entionisiert. Die bisherigen Versuche beziehen sich allerdings nur auf kleine Leistung (900 A, 7000 V).

Ph. Sporn und D. C. Prince (Amerika). Die Betriebssicherheit der Energieübertragung auf starr geredeten Hochspannungsnetzen wird erhöht, wenn etwaige Fehler rasch beseitigt und die gestörte Leitung schnellstens (nach Laboratoriumsversuchen erforderliche Zeit bis Wiedereinschalten jedoch bis zu zwölf Perioden, um Rückzündung des Lichtbogens zu vermeiden) wieder zugeschaltet wird. Hochfrequenzstreckenschutz mit Relaiszeiten von etwa einer Periode. Beschreibung einer Schnellschalterbauart, mit der Wiedereinschaltversuche im 132 kV-Netz ausgeführt wurden, wobei die Leitung in etwa sieben Perioden abgeschaltet war und die Gesamtzeit vom Fehlerbeginn bis zur Wiedereinschaltung höchstens 22 Perioden betrug.

E. Juillard (Schweiz). Bericht über die Arbeiten des Schalterausschusses der CIGRE. Untersuchungen über den Verlauf der wiederkehrenden Spannung abhängig von der Schalterbauart bei Netzkurzschlüssen, ergänzt durch Abschaltversuche von H. Puppikofer (Schweiz) an neuzeitlichen Schaltern, wobei der Löschvorgang (Strom und Lichtbogen) mit KO aufgenommen wurde. Bei geringen Abschaltströmen zeigte sich, daß der Lichtbogen bereits vor dem natürlichen Nulldurchgang löscht, was je nach Schalterbauart zu einer mehr oder minder großen Löschspitze der Bogenleistung führt und das Verhalten der wiederkehrenden Spannung beeinflußt.

W. B. Whitney und L. Gosland (England). Netzversuche und KO-Aufnahmen zur Bestimmung des Verlaufes der wiederkehrenden Spannung bei Kurz-, Erd- und Doppelerdschlüssen in einem 5,5 kV-Kabel- und 35 kV-Freileitungsnetz, wobei leidliche Übereinstimmung mit dem aus den Konstanten des Netzes berechneten Verlauf festgestellt wird. Bei Netzkurzschluß über eine größere Induktivität wurden Einschwingfrequenzen von etwa 14 kHz gemessen. Der Einschwingvorgang der wiederkehrenden Spannung und damit die Schalterbeanspruchung hängt nach Ansicht der Verfasser erheblich von der Lage der Fehlerstelle im Verhältnis zum Schalter ab.

E. Krohne und F. Kesselring (Deutschland). Teil I: Die Beanspruchung verschiedener Schalterbauarten bei Änderung des Einschwingvorganges der wiederkehrenden Spannung nach Kurzschlußabschaltungen wird untersucht. Für die Beanspruchungsschwere scheint nicht die tatsächlich gemessene, sondern die ohne Schaltereinfluß allein durch die Prüfanordnung gegebene Steilheit der wiederkehrenden Spannung maßgebend zu sein. Im II. Teil wird über Versuche zur Ermittlung des zeitlichen Verlaufes der wiederkehrenden Festigkeit der Schaltstrecke berichtet. Wasser- und Ölschalter erwiesen sich dabei empfindlicher gegenüber der Höhe, Druckgasschalter gegenüber der Eigenfrequenz der wiederkehrenden Spannung. Eine Festlegung der Einschwingfrequenz in Prüfvorschriften erscheint im Augenblick noch nicht ratsam.

L. Maggi (Italien). Vorschläge für Erweiterung der bisherigen IEC-Regeln für Hochspannungsschaltgeräte durch Bestimmungen über Isolationsfestigkeit und Auswahl der Schaltgeräte.

5. Messung und Meßgeräte.

Verschiedene Berichte befassen sich mit Verbesserungen am Kathodenstrahloszillographen; so beschreibt A. M. Angelini (Italien) ein Verfahren zum Auswechseln der Kathoden ohne Öffnung des Entladungsrohrs mittels abwickelbaren Aluminiumbandes. Vakuumregelung in Entladungsrohr durch Erzeugung und Zuführung von Kohlesäureanhydrid aus einem besonderen Behälter. Verbesserung am Zeitkreis zur Erzeugung eines linearen Maßstabes, Verzögerungsschaltung mit geringer Verzerrung.

I. S. Stekolnikov (Rußland). Entwicklung eines stoßweise erregten KO, dessen Elektrodenstrahlen erst beim Eintreten des aufzunehmenden Vorganges gezündet werden. Verringerung der Ansprechverzögerung auf einige Zehntel Mikrosekunden. Hohe Schreibgeschwindigkeit. Vorteil der Verwendung hoher Stromstärken beim Fortfall der Dauererwärmung im Strahl. Optisches Relais, bei dem Funkenstrecken durch Hilfsfunkenstrecken bestrahlt und zum Ansprechen gebracht werden.

M. K. Kasai (Japan). Beschreibung zwei- und dreiphasiger KO, die nach dem von Knoll angegebenen Strahlteilungsverfahren arbeiten. Neuerung in der Anordnung der Ablenkplatten beim Dreifachoszillographen und Einführung eines weiteren Sperrplattenpaares (außer der Sperrkammer). Elektromagnetischer Schleifenoszillograph mit umlaufender Aufnahmetrommel zur Aufzeichnung von Überspannungen und sonstiger Störungen im Netz.

J. L. Jakubowski (Polen) und A. W. Rankin (Amerika) befassen sich mit den Fehlerquellen bei Benutzung von KO in Fabrikprüffeldern, hervorgerufen durch Spannungsschwankungen zwischen Ablenkplatten und durch Eingangskapazität.

A. Palm (Deutschland) und K. Drewnowski (Polen) behandeln in zusammenfassenden Berichten den derzeitigen technischen Stand der verschiedenen Hochspannungsmessverfahren und die Grenzen ihrer Anwendbarkeit und Genauigkeit, wie z. B. Braunsch's Rohr, KO, Ionenwind-Voltmeter, Kerrzelle, Spannungsteiler durch Kondensatoren, Widerstände und Transformatoren, Messung mit Ventilen, elektrostatische Voltmeter (z. B. Effektivspannungsmesser mit Kugeln), Messung mit Glimm- und Funkenspannung, nämlich Glimmröhre, Korona-Voltmeter, Klydonograph, Kugelfunkenstrecke.

R. Müller (Italien). Schaltung zur Verringerung der Fehler bei der Messung der Energieversorgung in Netzen, bestehend aus zwei Gruppen von Stromwandlern

mit verschiedener Übersetzung für geringe und große Leistungen mit selbsttätiger Einschaltung in die Zählerstromkreise bei Veränderung der Stromstärke.

A. Täuber-Gretler (Schweiz). Beschreibung von Einrichtungen zur Eichung von Meßwandlern nach dem Kompensationsverfahren.

S. Szpor (Polen). Besondere Eigenschaften von Kaskadenstromwandlern, Spannungsverteilung, elektromagnetische Verhältnisse, Genauigkeit und Meßfehler bei Überstrom, Mittel zur Erhöhung der Genauigkeit, Doppelschleifenwandler.

F. Neri (Italien). Beschreibung eines auf magnetischem Differentialverfahren beruhenden Wandlers mit drei Wicklungen zur genauen Messung von Größe und Phase zweier Wechselströme. Verwendung auch zur Eichung von Spannungswandlern und Messung von Impedanzen.

A. Mieg (Frankreich). Notwendigkeit genauer Messung der in Hochspannungsnetzen übertragenen Energie im Falle bedeutender Stromlieferungen. Untersuchung der Fehlerursachen, Zweckmäßigkeit, Vorschriften für die Errichtung von Stromzählergruppen aufzustellen.

B. Mengele (Österreich). Betrachtung der Möglichkeit, hochfrequente und stoßartige Störungen in Hochspannungsnetzen mittels Meßverfahren der Schwachstromtechnik, z. B. Hochfrequenzmessungen (Brückenschaltungen u. dgl.) zu untersuchen.

E. Foretay (Schweiz). Hochspannungsmessung mittels gleichgerichteten Kapazitätsstromes. Verbesserung des Haefely-Meßgerätes: Verminderung der durch geringe Frequenzunterschiede bei Heizstrom und Meßspannung hervorgerufenen Schwebung des Instrumentenzeigers durch Verwendung indirekt geheizter Röhren. Ersatz der Kompensationsbatterie durch Eisen-Selengleichrichter.

G. Keinath (Deutschland). Das im Jahre 1935 beschriebene Gerät zur Überwachung der Hochspannungsprüfung durch Messung der dielektrischen Verluste wurde so weit durchgebildet, daß die Aufzeichnung des Verlustwinkels ($\tan \delta$) bzw. der Kapazitätsänderung abhängig von der Spannung und anschließend für konstante Prüfspannung während der Prüfzeit unmittelbar mit Tinte und Feder auf Registrierstreifen erfolgt, wobei selbsttätige Wechselstromkompensatoren neuerer Bauart verwendet werden.

E. Pugno-Vanoni und C. di Pieri (Italien). Erhöhung der Meßgenauigkeit und Erweiterung des üblichen Meßbereiches von Kugelfunkenstrecken durch Anwendung von Schutzringen an den Kugelschaften. Untersuchung von Kugeln mit 62,5, 125, 150, 250 mm Dmr. bei Betriebsfrequenz und positiven und negativen Stoßspannungen.

II. Bau, Isolierung und Wartung von Hochspannungsnetzen.

1. Kabel.

E. Kirch (Deutschland). Betrachtung über die Entwicklung des Kabelbaus vom Gürtel- und geschirmten Massekabel für Mittelspannungen zu solchen mit verbesserten dielektrischen Eigenschaften für Höchstspannungen: Ölkabel und Druckkabel. Erörterung der neuen Vorschläge zum Bau von Preßgaskabeln (Stickstoff- oder Kohlensäurefüllung) zur Anwendung für Mittelspannungsnetze, zwecks besserer Ausnutzung des Dielektrikums als bei Massekabeln. Vorschläge für Werkprüfungen.

C. J. Beaver und E. L. Davey (England). Beschreibung von Preßgaskabeln mit Stickstofffüllung, Druck 3,5 atü für 33 kV-Dreileiterkabel, bzw. 15 atü für 132 kV-Einleiterkabel, besondere Ausbildung der Kabelmuffen und Endverschlüsse. Stabilitätsprüfungen (Gasdruck, elektrische Beanspruchung, Erwärmung) an 132 kV- und 220 kV-Preßgaskabeln. Wartung im Betrieb. Wirtschaftliche Gesichtspunkte für den Anwendungsbereich.

M. Laborde (Frankreich). Einjährige gute Betriebserfahrungen mit 220 kV-Ölkabelanlage im Gebiet von Paris, die im einzelnen beschrieben wird. Nur zwei Bleimantelfehler ohne Betriebsunterbrechung, hervorgerufen durch äußere Anlässe. Bei dem Ausbau weiterer Kabelstrecken wird man gegebenenfalls zur Verringerung der Gesteungskosten sowie auch der Bleimantelverluste auf den zweiten Bleimantel verzichten.

E. Evrard (Belgien). Erwärmungsversuche an im Boden verlegten 6 kV- und 30 kV-Kabeln, Steigerung der Belastungsfähigkeit durch besondere Verlegungsart mit besserer Wärmeabfuhr.

L. Tschiasny (Tschechoslowakei). Berechnung der Selbstinduktion, der Stromverdrängung im Leiter, der Zusatzverluste im Bleimantel von Ein- und Mehrleiterkabeln unter Anlehnung an die bekannten Untersuchungen von Ch. Manneback und H. B. Dwight.

S. Braguine (Rußland) berichtet über ein 10 kV-Dreileiterkabel, dessen Leiter aus einem Kern mit drei Sektoren bestehen, auf dem weitere Leitersegmente spiralförmig angeordnet sind. Vorteile: Verringerung der Abmessungen und Isolation, höhere Belastbarkeit, geringere Möglichkeit des Ausfließens der Imprägniermasse bei Kabelverlegung in geneigter Lage. Allerdings erhöhter Bleibedarf, da jeder Leiter einen Mantel erhält.

P. E. Schneeberger (Schweiz). Beschreibung einer Kabelstoßanlage für Stoßspannungen bis 1200 kV mit 12 kWs Arbeitsvermögen. Stoßspannungsversuche mit 1/35 μ s-Wellen zur Aufnahme der Stoßkennlinie von Innenraum- und Freiluftendverschlüssen mit KO. Die Durchschlagspannung eines 30 kV-Kabels betrug bei positivem Stoß 460 kV, bei negativem Stoß von 560 kV entsprechend einer Durchschlagsbeanspruchung von 89 kV/mm bzw. 108 kV/mm. Die Einführung der Stoßprüfung für Kabel wird für zweckmäßig gehalten.

G. J. Th. Bakker (Holland). Beschreibung der KEMA-Kabelprüfanlage sowie der Dauerversuche an 150 kV-Kabelproben (100 m Länge) verschiedener Hersteller, für die spätere Auswahl eines geeigneten Kabels für die Übertragung Rotterdam-Haag (150 kV, 100 MVA). Erprobung der Betriebssicherheit, Überlastungsfähigkeit, Stabilität des Dielektrikums bei Wärmeschwankungen, Verlustwinkelmessungen usw.

K. S. Wyatt (Amerika). Untersuchungen an längere Zeit in Betrieb befindlichen Kabeln ergaben bei Papiermassekabeln allmähliche Zunahme der dielektrischen Verluste in den dem Leiter bzw. Bleimantel benachbarten Isolationsschichten, hervorgerufen durch oxydiertes Öl der Tränkmasse. Bei Ölkabeln können durch Wechselwirkungen zwischen Öl, Kupfer und Blei Metallverseifungen eintreten, die das Öl verunreinigen und zu einem starken Anstieg der dielektrischen Verluste führen. Hierauf ist bei der Auswahl des Isolieröles und Festlegung der Belastungsfähigkeit von Höchstspannungskabeln Rücksicht zu nehmen.

2. Freileitungen, Leitungsschwingungen, Maste und Fundamente.

S. Alber (Frankreich). Berechnungsverfahren zur Ermittlung der mechanischen Höchstbeanspruchung von Leitungsmasten bei einem Leiterbruch. Nachweis der Rechnung durch Versuche auf einer Leitung.

O. Yadoff (Japan). Dauer-Strombelastungsversuche an Kupferleitern zur Ermittlung der Abnahme der mechanischen Festigkeit und des elektrischen Widerstandes.

N. Hubert und M. Parmentier (Frankreich). Zugversuche an einem 310 mm² Stahl-Almelec-Seil (7 Stahl-, 26 Almelecdrähte), das sich besonders zur Verwendung für große Spannweiten (1,4 km) und Höhenunterschiede der Masten eignen soll.

C. Dovguallo und L. Ter-Mkrtitchian (Rußland). Aufzählung der bekannten Mittel zur Verringerung der mechanischen Leitungsschwingungen (schwingungsdämpfende Seile, Schwingungsdämpfer, Schwinghebeldämpfer, nachgiebige Tragklemmen).

M. Preiswerk (Schweiz). Beschreibung einiger bewährter Ausführungen nachgiebiger Tragklemmen und Stoßgewichtsdämpfer. Gute Erfahrungen mit dem bekannten schwingungsdämpfenden Seil, bei dem Stahlseele und äußeres Aluminiumseil mit Zwischenspiel angeordnet und so gespannt sind, daß verschiedene Eigenfrequenzen entstehen. Von diesem Seil sind mehrere 1000 km Leitungslänge in Betrieb bzw. im Bau.

E. Sariban (Belgien) beschreibt eine Versuchsleitung an der belgischen Küste zur Erforschung der Beanspruchung von Leitungen und Gittermasten durch Windbelastung. Die in den Vorschriften geforderten Be-

anspruchungen werden auf Grund der bisherigen Versuchsergebnisse wahrscheinlich herabgesetzt werden müssen, um einen wirtschaftlicheren Bau von Masten und Gründungen zu ermöglichen.

E. Gigli (Italien). Wirtschaftliche Mastgründungsart mit geringem Betongewicht, bestehend aus vier sich kreuzenden, waagerechten, etwa 1,5 m tief im Erdboden liegenden Eisenbetonbalken.

H. Calliess (Deutschland). Erfahrungen mit Mastgründungen unter besonders schwierigen Bodenverhältnissen: Schleuderbeton-Rohrfundamente, Betonrohre für Holzmastleitungen, aufgeteilte Einzelfundamente, Eisenbeton-Bohrpfähle bei tiefliegendem tragfähigen Baugrund, Spundwandkästen System Larssen.

3. Rauhreif, Schnee- und Eislast.

B. v. Magasházy (Ungarn). Beschädigung einer Hochspannungsleitung und Mastumbrüche durch Eislast und Sturmwind im Winter 1936. Abhilfsmaßnahmen für die Zukunft, Berücksichtigung bei Berechnung der Tragkonstruktionen.

O. Szilas und F. Tevan (Ungarn). Eine Rechnung ergibt, daß die nach österreichischen Vorschriften erforderliche Bemessung der Freileitung gemäß der fünffachen normalen Zusatzlast die Errichtungskosten nicht wesentlich beeinflusst.

P. Pervanger (Schweiz). Versuchsanlage in einem nebelreichen Taleinschnitt des Schweizer Juras zur Aufzeichnung der durch Rauhreif, Schnee und Eis hervorgerufenen Zusatzlasten. Fernmeßeinrichtung an einer 150 kV-Leitung über den Gotthard. Beobachtungsergebnisse.

H. Krautt (Österreich). Graphisches Verfahren zur Berechnung der notwendigen Abstände zwischen zwei Leiterseilen, um beim Ausschwingen durch plötzlichen Abwurf der Eislast Kurzschlüsse zu vermeiden. Berücksichtigung der Windbelastung.

B. Jobin (Schweiz). Auf Grund einer Wärmebilanz wird die bei elektrischer Leiterbeheizung zum Schmelzen der Rauhreifwalze erforderliche Stromstärke und Heizdauer berechnet, um die Grenzen der Anwendbarkeit dieses Abheizverfahrens zu ermitteln.

4. Isolatoren.

R. van Cauwenberghe (Belgien) berichtet über die Arbeiten des Isolatorenausschusses der CIGRE: Stoßversuche in acht europäischen Hochspannungsversuchsfeldern zur Feststellung der Mindest-Überschlagstoßspannung ($1/5$ und $1/50 \mu s$) von Stabfunkenstrecken und Hängeisolatoren haben eine Abweichung der Einzelwerte um höchstens $\pm 8\%$ vom Mittelwert ergeben. Weiter wurden Durchschlagsversuche an Glas unter Öl zur Ermittlung der für derartige Prüfungen zweckmäßigsten Ölbeschaffenheit (gleichmäßiges Feld, Vermeidung von Randdurchschlägen) angestellt.

A. V. Almazov (Rußland). Berechnung der Zugbeanspruchungen im Kopf von Kappenisolatoren mit gekittetem Klöppel und Nachweis durch den Versuch. Schlußfolgerungen für die günstigste Bauart der Kappe und des Klöppels.

L. A. Meisse und J. J. Taylor (Amerika). Die unter Einwirkung dynamischer Belastungssteigerung und Temperaturwechsel eintretende Längenänderung (höchstens etwa 0,02 mm) gekitteter Kappenisolatoren wurde mittels genauer optischer Instrumente beobachtet und abhängig von der Belastung dargestellt.

V. K. Kojukhov (Rußland). Ermittlung der Stoßüberschlagspannung ($1,5/40 \mu s$) von Isolatoren, abhängig von der Schlagweite für verschiedene Überschlagszeiten. Hauptergebnis: positive Stoßüberschlagspannung von Stützern wird mit wachsendem Durchmesser geringfügig, durch Hereinziehen der Kopfelektrode, wie schon bekannt, stark erhöht. Bei Durchführungen erniedrigt sich die Stoßüberschlagspannung mit zunehmender Oberflächenkapazität, erhöht sich aber stärker, wenn der Bolzen zur Verminderung der Gleitentladungen mit Isolierrohr umkleidet wird. Geringfügiger Einfluß der Elektrodenform. Bei Freileitungs-Kappenisolatoren nimmt die Stoßüberschlagspannung etwas mit wachsendem Tellerdurchmesser ab.

H. Wirth (Schweiz). Auf Grund neuerer Erfahrungen und Forschungsergebnisse wird vorgeschlagen, die Isolationsprüfung der Einzelteile von Hochspannungsanlagen mehr als bisher den tatsächlichen Betriebsbeanspruchungen anzupassen durch Wechselspannungsprüfungen mit etwa nur 1,3facher Betriebsspannung U , 1 bis 5 min lang, mit 2 bis 4 U zur Erfassung der Schaltüberspannungen 10 s lang und durch eine Stoßprüfung mit noch festzulegender Höhe zur Nachahmung der Gewitterüberspannungen, wodurch die Schlagweite der Isolatoren und die Überschlags-Wechselspannung mit bestimmt wären.

A. Imhof (Schweiz). Bei einfachen Durchführungsanordnungen wurde unter Öl die Spannung festgestellt, bei der die ersten Gleiterscheinungen sichtbar werden. Diese Gleiteinsatzspannung wächst verhältnismäßig mit der Dicke des Dielektrikums, hat aber abhängig von der Dielektrizitätskonstante ϵ ein Maximum etwa bei $\epsilon = 3,5$. Bei gleichbleibender Spannung steigt die Länge der Gleitfunken abhängig von der Dicke des Dielektrikums bis zu einem Höchstwert und fällt dann wieder ab, mit wachsender Spannung nehmen die Gleitbüschel erst rasch, dann langsamer zu.

A. Pessano (Italien). Unter schweren Betriebsausfällen hatten 25 kV- und 70 kV-Leitungen längs der Ligurischen Küste zu leiden, deren Isolatoren, Leiterseile und Masten durch wasserdampfgesättigte salz- und chlorhaltige, von Südosten kommende Schirokkowinde angegriffen wurden, die gewöhnlich zwei bis drei Tage andauern. Nach Austrocknen der Isolatoren bildet sich auf ihnen allmählich eine fest anhaftende, schirmelartige Salz- und Staubschicht. Bei feuchtem Wetter traten häufige Isolatorüberschläge und Kurzschlüsse zwischen zwei Leiterseilen auf, Schalthandlungen waren wegen der immer wieder erfolgenden Leitungsauslösungen oftmals überhaupt unmöglich. Abhilfe durch Erhöhung der Gliedzahl der Isolatoren, Verwendung nicht verdillter (wegen Salzkrustenbildung) Kupferleiter, häufig zu erneuernder Schutzanstrich der Masten, Energieübertragung durch neue 130 kV-Leitung im Innern des Landes, bei Auftreten von Salznebeln wird die sonst parallel arbeitende 70 kV-Küstenleitung abgeschaltet.

J. M. de Orioly Urquijo und J. P. Molina Herranz (Spanien). Von ähnlichen Störungen wurden an der Spanisch-Marokkanischen Küste entlang laufende Freileitungen (Erdschlüsse, Leitungsauslösungen, Verkohlungen von Holzmasten) betroffen, die aber größtenteils durch Erhöhung der Gliedzahl der Isolatorketten behoben werden konnten.

C. W. Marshall (England). Seit 1929 werden die im Staatlichen Leitungsnetz eingebauten Kappenisolatoren (mehr als 1 Mill) regelmäßig mit Meßstangen untersucht. In nebel- und verschmutzungsreichen Gebieten mußten über 100 000 „Nebelisolatoren“ eingebaut werden. Eine Versuchseinrichtung zur Messung des Ableitstromes der Isolatoren, der im trockenen Zustand 0,2 mA, bei starkem Nebel kurz vor dem Überschlag bis 100 mA betrug, wird beschrieben. Durchführungsisolatoren werden einer regelmäßigen Nachprüfung durch Kapazitäts- und Verlustwinkelmessung unterzogen.

Ch. Baudet (Frankreich). Eingehende Beschreibung des Überwachungs- und Unterhaltungsdienstes wichtiger französischer Netze. Zur Zeit werden über 3000 km Leitungen, u. a. das 220 kV-Netz vom Massif Central nach Paris, nach einheitlichen Richtlinien überwacht.

III. Betrieb, Zusammenschluß und Schutz der Netze.

1. Organisation und Betrieb der Netze.

J. Vignes (Frankreich). Auswirkungen der weitgehenden Vermaschung der französischen Netze, bei denen örtliche 60 kV- bis 150 kV-Verteilungsnetze über insgesamt 4000 km 150 kV-Leitungen, 190 km 220 kV-Leitungen verbunden sind, die demnächst durch 1400 km 150 kV-Leitungen und 800 km 220 kV-Leitungen erweitert werden sollen. Möglichkeit der Zusammenarbeit der Wasserkraftenergiequellen der Alpen und Pyrenäen mit denen des Massif Central, des Jura und der Vogesen sowie mit den Dampfkraftwerken des Nordens. Besondere Probleme der Spannungs- und Leistungsregelung sowie wirtschaftliche Ge-

sichtspunkte hinsichtlich der den einzelnen Gesellschaften gehörigen Teilnetze.

R. Gibrat (Frankreich). Die Spannungsregelung und der einwandfreie Betrieb des Selektivschutzes in einem wichtigen Hochspannungsnetz Mittelfrankreichs erforderte genaue Kenntnis der Betriebsbedingungen bei Leerlauf und Belastung sowie der Kurzschlußströme, die mit vereinfachten Berechnungsverfahren ermittelt wurden.

A. J. Dorra (Ägypten). Die Stromversorgung Ägyptens befindet sich noch im Anfangsstadium, die Aussichten für ihre Entwicklung sind günstig (Elektrisierung der Bahnen, Aufbau einer chemischen Industrie, Ausnützung der Wasserkräfte). In Aussicht genommen ist der Bau einer 480 MVA-Wasserkraftzentrale am Stausee von Assuan, 900 km südlich von Kairo, von der 200 MVA über 220 kV-Doppelleitungen (mit Unterwerken in vier Abschnitten zur Konstanthaltung der Spannung) nach dem Norden übertragen werden soll.

Y. Le Moigne (Frankreich) erörtert die verschiedenen Maßnahmen zur Bekämpfung von Bränden in Kraft- und Unterwerken.

2. Zusammenarbeit der CIGRE mit den Organisationen der Schwachstromtechnik.

In einem besonderen Bericht des CCIF wird die Bedeutung des Erdungswiderstandes von Kraftwerkserden hinsichtlich der Gefährdung von werkseigenen Fernmelde- und Fernwirkanlagen durch Überspannungen behandelt.

Ch. Degoumois (Schweiz) berichtet über die Umarbeitung der Richtlinien des CCIF zum Schutze von Fernmeldeleitungen gegen die Beeinflussung durch benachbarte Starkstromanlagen. Durch einen besonderen Verbindungsausschuß der CIGRE zum CCIF ist die Beteiligung der Starkstromtechnik an der Gestaltung der neuen Richtlinien gewahrt.

E. Soleri (Italien) schildert die Mitwirkung der CIGRE an den Arbeiten des CMI und CCIF bei der Aufstellung der Richtlinien für den Schutz von Kabelleitungen gegen elektrolytische und chemische Korrosion.

3. Fernmeldung, Fernwirktechnik, Selektivschutz.

S. Margoulies (Belgien) behandelt ein für den Selektivschutz eines 70 kV-Netzes verwendetes System von Fernsprechleitungen, das die Möglichkeit bietet, den Schaltzustand des gesamten Netzes in einem Lampenschaltbild der Hauptverteilungsstelle zu überwachen.

C. Ramelot (Belgien). Schutz eines Hochspannungsnetzes gegen Störungen durch ein System „selbsttätiger Schaltheilungen“, bei dem für jeden Fall einer Störung bestimmt wird, an welcher Stelle Schalteingriffe vorzunehmen sind. Nach fünfjährigem Betrieb ergab sich die Notwendigkeit zur Einrichtung einer Fernüberwachungsanlage, die dem Lastverteiler in besonders schwierigen Fällen die Schaltinitiative selbst zu überlassen gestattet.

F. Cahen (Frankreich). Entwicklung der Trägerwellenverbindungen auf Hochspannungsleitungen für Fernmeldung, Fernmessung, Fernsteuerung und für Selektivschutz, wobei die Verfahren der Mehrfachausnutzung (Verwendung mehrerer Übertragungskanäle verschiedener Trägerwellen auf derselben Leitung) besonders berücksichtigt wird.

M. Schleicher und R. Schimpf (Deutschland) geben eine Übersicht über die heutigen Anforderungen an den Selektivschutz und dessen Ausführungsformen in Hochspannungsnetzen (Distanzschutz, Längs- und Quervergleichsschutzsystem) sowie in Mittelspannungsnetzen (Distanzschutz in Einrelaisschaltungen). Für alle Netzarten läßt sich heute ein technisch geeigneter und wirtschaftlicher Selektivschutz planen.

R. Dubusc (Frankreich) zeigt, wie man Schutzeinrichtungen von Kupplungsleitungen gegen Fehlbetätigung bei Pendelungen und Asynchronismus gekuppelter Kraftwerke, z. B. durch Verriegelung, unempfindlich machen kann, die aber bei Fehlern während der Sperrperiode augenblicklich aufgehoben wird.

B. H. Leeson und H. Leyburn (England). Neuere Verbesserungen an Selektivschutzvorrichtungen für kürzeste Auslösezeiten (starr geerdeter Sternpunkt) in Verbindung mit Schnellschaltern zur raschesten Wiedereinschaltung der Leitung nach aufgetretenen Fehlern, unter besonderer Berücksichtigung des Sammelschienenschutzes.

4. Erdung und Löschung des Erdschlußstromes.

W. Schäfer (Deutschland) bringt eine Übersicht über die Beurteilung der Erdschlußkompensation im Ausland. Es wurden statistische Angaben über den ständig zunehmenden Einbau von Erdschlußspulen für Freileitungs- und Kabelnetze in 32 Ländern sowie über die installierte Spulenleistung und Stückzahl gemacht. Betriebserfahrungen mit Erdschlußspulen lauten allenthalben gleich günstig, was z. B. in den Berichten von Ch. Ramelot und M. Poma (Belgien), wo die Einführung der Erdschlußspulen in steigendem Maße betrieben wird und von E. Groß (Österreich) bestätigt wird. Letzterer berichtet noch über Verfahren zur Messung des Abstimmungsgrades gelöschter Netze.

V. E. Manoilov und A. K. Toropov (Rußland). Der Erdwiderstand eines ringförmigen Bänderdars eines Unterwerkes wurde durch Stromspannungsmessung bei Kurzschlußströmen von einigen tausend Ampere ermittelt und mit den Meßergebnissen bei Strömen von etwa 100 A in Übereinstimmung gefunden.

A. E. W. Austen und H. G. Taylor (England). Modellversuche im Elektrolytbad zur Ermittlung der Spannungsverteilung für übliche Erderformen (Platten, Rohre, Bänder) bei verschiedenen Eingrabbtiefen wurden durch praktische Versuche bestätigt. Die Schrittspannung nimmt mit der Eingrabbtiefe ab. Bei Metallmasten muß der Sternpunktserder genügend weit vom Mast eingegraben werden und eine isolierte Zuleitung haben, damit bei Störungen Tiere nicht durch unzulässige Schrittspannungen gefährdet werden.

5. Blitzvorgänge und Blitzschutz.

C. Dauzère (Frankreich). Übersicht über die Möglichkeiten experimenteller Untersuchungen der Blitzvorgänge: Aufnahmen von natürlichen und künstlich durch aperiodische elektrische Entladungen erzeugten Blitzen, Einfluß der Luftionisation und der Bodenbeschaffenheit auf den Entladungsweg, elektrisches und magnetisches Feld des Blitzes.

J. Stekolnikov und A. Beliakov (Rußland). Die Entladungsbahn des Blitzes wird durch das mit dem Vorwachen sich entwickelnde elektrodynamische Feld beeinflusst. Bevorzugte Einschlagstellen in gut leitende Bodenschichten, Wasseradern usw., was durch Modellversuch mit in Sand eingebetteten Elektroden bestätigt wurde.

A. Akopian (Rußland). Modellversuche mit einer Spitze als Wolkenelektrode zur Ermittlung des Schutzbereiches von Blitzauffangstangen zeigten, daß drei bis vier parallele Auffangstangen günstig sind.

J. Stekolnikov und Ch. Valeev (Rußland). Blitzuntersuchungen im Jahre 1936 mit Antennen, KO und schnelllaufenden Klydonographen. Blitzstromoszillogramme unmittelbarer Einschläge ergaben Scheitelwerte zwischen 17 und 31 kA, Stirnlängen zwischen 1,5 und 10 µs, Wellendauern zwischen 23 und 45 µs. Zahl und Dauer der Teilentladungen wurde ermittelt und der Einfluß der Bodenleitfähigkeit auf die Einschlaggefährdung bestätigt.

H. Grunewald (Deutschland). Ergebnis deutscher Blitzstrommessungen mit Stahlstäbchen aus den Jahren 1933 bis 1936. Von 1000 in Eisenmasten abgeführten Stromstößen lagen nur 14 über 60 kA, in Erdseilen sind Werte bis 60 kA festgestellt worden. Gesamtzahl der Einschläge 5mal größer als Zahl der Einschläge mit Störungen. Bestätigung der ausgezeichneten Schutzwirkung richtig angeordneter Erdseile mit guter Masterdung zur Verhinderung rückwärtiger Überschläge.

W. W. Lewis (Amerika). Blitzstromstärkemessungen mit Stahlstäbchen in den Jahren 1935/36 bestätigen

deutsche Ergebnisse. Untersuchung der Wirksamkeit von Bodenseilen und Gegengewichten, ihrer Form bzw. günstigsten Länge, durch Messung der in ihnen abgeleiteten Blitzströme.

H. Norinder (Schweden). Zahlreiche Messungen auf Versuchsleitung¹⁾ induzierter Blitzüberspannungen mit KO in der Gewitterperiode 1936 ergeben gute Übereinstimmung mit gerechnetem Spannungsverlauf. Scheitelwerte der Blitzüberspannungen bis 170 kV (55 % unter 60 kV), Zeitdauer bis 500 μ s (55 % unter 100 μ s), Stirnteilheit bis 10 kV/ μ s (60 % unter 3 kV/ μ s).

P. J. Ryle (England). Theoretische Betrachtung über Einfluß der Form und Höhe der Stoßwellen sowie der Masthöhe hinsichtlich der Möglichkeit rückwärtiger Überschläge bei Masteinschlägen.

E. Hansson und A. F. Bang (Amerika). 230-, 132- und 69 kV-Leitungen in gewitterreichen Gegenden konnten durch vorzüglichen Erdseilschutz, geringe Erdübergangswiderstände der Masten (Oberflächenrider und Gegengewichte) und hohe Isolation blitzsicher gemacht werden, wie die Betriebsüberwachung der letzten Jahre bestätigte.

G. Gilon und R. de Lancker (Belgien). Mehrjährige statistische Angaben über Störungen durch Überspannungen in Netzen von Belgien und Belgisch-Kongo. Mit Erdseil ausgerüstete 70 kV- und 110 kV-Leitungen erwiesen sich als besonders sicher, wobei die Bedeutung guter Masterden betont wird. Schwache Stellen vor Schalt- und Umspannwerken in Mittelspannungsnetzen als Parallelfunkentrecken zu Hängeketten (200 mm Schlagweite bei 30 kV) haben sich nicht bewährt und wurden durch Ableiter mit spannungsabhängigem Widerstand ersetzt.

E. T. Norris (England). Die Spannungsverteilung am Eingang von Transformatorwicklungen bei Beanspruchung mit 0,6/40- und 0,5/5 μ s-Stoßspannungen wurde mit KO aufgenommen. Beim Vorschalten eines inzwischen verbesserten Wellenschlückers wurden die Spannungen an den Eingangswindungen teilweise bis 80 % verringert.

Ch. Ledoux beschreibt einen Ableiter mit spannungsabhängigem Widerstand, dessen Elemente in bekannter Weise aus halbleitendem Material (Carbosial) bestehen. S. Teszner berichtet über Fortschritte an einem Ableiter mit ringförmigen Elementen und magnetischer Beblasung, während Ch. Bresson nach einer Betrachtung über günstigste Kennlinien Einzelheiten über Ableiter bekanntgibt, die aus einer Reihenschaltung von Funkentrecken und Widerständen bestehen (Frankreich).

O. Szilas und E. Szepesi (Ungarn) schlagen vor, bei Ableitern mit spannungsabhängigem Widerstand und vorgeschalteter Funkentrecke durch eine mit dieser als Dreifachfunkentrecke angeordnete Hilfsfunkentrecke etwa ein Drittel des Widerstandes zu überbrücken, wodurch die Begrenzungsspannung des Ableiters gesenkt und die Schutzwirkung bis zu 25 % erhöht werden könne.

K. Berger (Schweiz) hat nach einem Vergleich der amerikanischen, deutschen, holländischen, schweizerischen Bestimmungen für Ableiter einen Vorschlag für internationale Regeln ausgearbeitet, der zur Zeit in dem CIGRE-Ausschuß „Überspannungen“ weiter behandelt wird und dann an die IEC eingereicht werden soll.

6. Elektrischer Sicherheitsgrad, Stoßspannungs- und Stoßstromversuche.

A. Matthias (Deutschland). Nach einer Betrachtung der allgemeinen Sicherheitsanforderungen an eine Hochspannungsanlage werden die verschiedenen je nach Betriebs- und wirtschaftlichen Verhältnissen möglichen Arten der Isolationsabstufung erörtert, nämlich hohe Freileitungsisolations, wobei gelegentliche Überschläge in der Station zugelassen oder durch Ableiter bekämpft wer-

den müssen, mäßige Freileitungsisolations, so daß ihr Stoßüberschlag in der Station ohne Störung beherrscht werden kann, und schließlich schwache Stelle (Funkentrecke, Ableiter oder schwächer isolierte Einführungsstrecke) vor der Station.

H. M. Lacey (England). Vorschlag für internationale Vereinheitlichung der Begriffsbestimmungen auf dem Gebiete der Überspannungen.

R. Davis, W. G. Standring und G. W. Bowdler (England). Stoßspannungsversuche (bis 700 kV) mit Stoßwellen 1/4, 1/10, 1/100, 1/400 μ s an festen Isolierstoffen. Geringe Abhängigkeit der Mindest-Durchbruchstoßspannung von der Dicke der Probe und von der Halbwertdauer der Welle (höchster Wert für Glimmer 3700 kV bei 0,15 mm). Die Durchschlagstoßspannung eines 11 kV-Kabels betrug 500 kV. Eine von Machkilleison gefundene empirische Formel für die Stoßkennlinie von Isolatoren wurde besser bestätigt gefunden als eine früher von Peek angegebene. Stoßversuche an Ableitern.

S. M. Fertik und A. C. Potoujny (Rußland). Mit einer großen fahrbaren Stoßanlage (3 Mill V, 12,5 nF, 56 kWs) wurden Stoßspannungen von der Form 1/5 (Höchstwert 1760 kV) und 1,5/40 μ s (Höchstwert 510 kV) auf eine 7,7 km lange auf Holzmasten verlegte Freileitung gegeben und die Verformung und Absenkung der Wellen unter- und oberhalb der Koronaaufgangsspannung mittels KO untersucht. Die Dämpfung ergab sich namentlich für abgeschnittene Wellen erheblich größer als nach der von amerikanischen Forschern angegebenen empirischen Formel. Durch Auftreffen von Stoßspannungen auf die Nachbildung eines Unterwerkes (natürliche Größe) sollte die Schutzwirkung von Begrenzungsfunkentrecken vor der Station ermittelt werden, bei gleichem Scheitelwert der erzeugten Welle ergab die negative Polarität höhere Spannungen und Spannungsanstiege am Transformatormodell als die positive.

W. G. Hawley und H. M. Lacey (England) berichten über ähnliche Versuche mit einer achtstufigen Stoßanlage (15 nF) auf einer 16 km langen 33 kV-Doppelleitung, wobei volle und abgeschnittene Stoßwellen mit Scheitelwerten von etwa 110 kV (unter der Koronagrenze) und etwa 210 kV (über der Koronagrenze) erzeugt wurden. KO-Oszillogramme direkter und induzierter Wellen zeigten stärkere Dämpfung und Verschleifung bei positiver Polarität, abgeschnittene Wellen wurden besonders stark abgesenkt. Schließlich wurde die Stoßbeanspruchung von Schutzgeräten vor den Stationen untersucht, wobei das ungleichmäßige und erheblich verzögerte Ansprechen der von Witterungsverhältnissen offenbar beeinflussen selbstlöschenden Funkentrecken auffiel, wogegen Ableiter mit einer Verzögerung von nur 1 μ s ansprachen. Im Zuge der Leitung liegende Wellenschlucker senkten den Scheitelwert nicht, wohl aber die Steilheit ab. Durch Schutzfunkentrecken vor der Station nahe einem Reflexionspunkt sind beim Ansprechen steile Spannungssprünge vom vierfachen Betrag der anlaufenden Welle möglich, wodurch Transformatoren gefährdet werden können.

P. L. Bellaschi (Amerika) beschreibt den neuen Blitzgenerator, bei dem der Stoßspannungsgenerator (3 Mill V) hohe Spannungsschläge auf den Prüfling gibt, nach dessen Durchbruch mittels Mikrosekundenschalter die Entladung des Stoßstromgenerators mit Strömen in der Größenordnung wirklicher Blitze (150 kA, 200 μ s Halbwertdauer) einsetzt. KO-Untersuchungen an einer fünfgliedrigen Hängekette mit 1400 kV, 3000 kV/ μ s und 71 kA bei 100 μ s Halbwertdauer, ferner an einer 66 kV-Kondensatordurchführung mit 1300 kV und 80 kA. Beschädigungen traten manchmal erst bei oft wiederholter Beanspruchung auf. Holzmasten wurden durch Blitzstrombeanspruchung in zwei Drittel aller Fälle beim ersten Schlag im Innern zerstört. Weitere Versuche bezogen sich auf Masttransformatoren mit Deion-Ableiter, die imstande waren, unmittelbare Blitzeinschläge zu ertragen, sowie auf Hartpapierisolation unter Öl. Seit mehreren Jahren werden alle wichtigen Transformatoren gewitterfest gebaut und in der Fabrik der Stoßprüfung unterworfen.

P. Jacottet VDE.

¹⁾ Siehe auch ETZ 59 (1938) H. 5, S. 105.

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 311. 21 (44) **Kraftwerk Génissiat a. d. Rhone.** — Die „Cie. nationale du Rhône“ hat die Aufgabe des Ausbaues der oberen Rhône von Genf bis Lyon zum Zweck der Schiffbarmachung bis zum Genfer See, der Kraftnutzung und Bewässerung; die Planung geht in ihren Anfängen bis 1909 zurück und wurde 1933 der hierzu gegründeten Gesellschaft vom Staat übertragen. Insgesamt sollen 20 Stautufen mit Kraftwerken (davon 7 zwischen Lyon und Genf) 90% des Gesamtgefälles Genf—Mittelmeer von 330 m mit 9 Mrd kWh Jahresarbeit ausnützen. Eine eingehende Prüfung der geologischen Verhältnisse für die Stauanlagen und der Wirtschaftlichkeit der

Die Gesamtleistung des Kraftwerkes Génissiat ist:

	1. Ausbau	2. Ausbau
Maschinenzahl	4	8
Ausbauleistung in kW	208 000	416 000
Jahresarbeit in Mrd. kWh	1,45	1,81
Kosten in Mill fr. Fr. ¹⁾	400	500
Kosten je kW in fr. Fr.	1 920	1 200
Fertigstellung im Jahr	1943	1945

Von den 1,81 Mrd kWh endgültiger Jahresarbeit steht 1 Mrd kWh aus täglich 8-stdg. Vollbetrieb der Ausbauleistung an 300 Arbeitstagen als „kWh d'heures pleines“ (Maßstab für

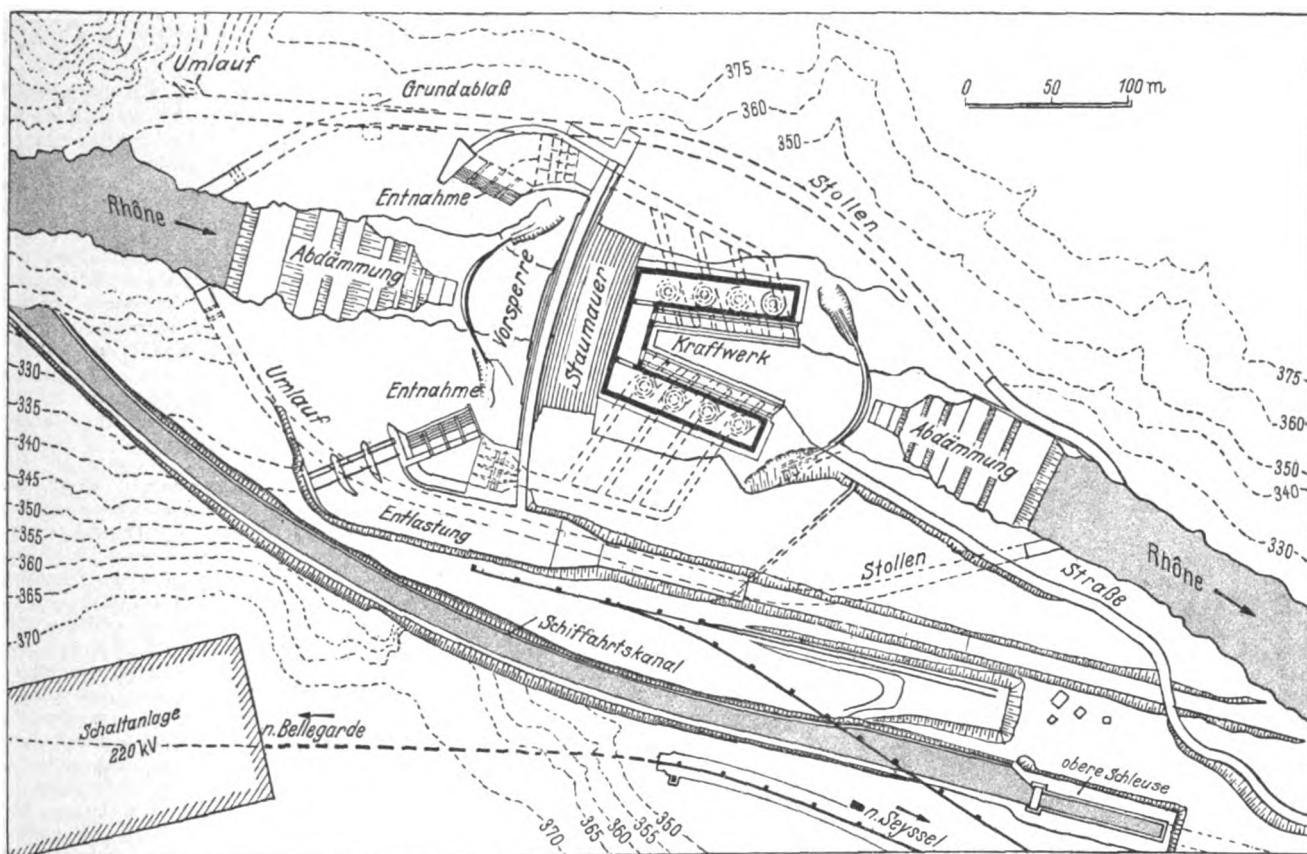


Abb. 1. Lageplan des Wasserkraftwerkes Génissiat.

verschiedenen Projekte ergab den Vorrang der Staustufe Génissiat (unterhalb der bestehenden Kraftwerke Chancy-Pongny und Bellegarde), deren Gesamtanordnung an die amerikanische Boulder-Damm-Anlage erinnert, Abb. 1.

Die Rhône-Schlucht wird durch eine 100 m hohe bogenförmige Schwergewichtsmauer von dreieckigem Querschnitt und 70 m Fußbreite abgesperrt und ein Stausee von 23 km Länge und 52 Mill m³ geschaffen, der bei einer Absenkung im Tagesspeicherbetrieb um 5,0 m 23 Mill m³ nutzbaren Inhalt hat. Das an die Sperrmauer angebaute Kraftwerk besitzt zwei einander gegenüberliegende Gebäudeflügel für je 4 Maschinen, wovon zunächst einer errichtet wird. Jede der 4 (im Vollausbau 8) Maschinensätze leistet 52 000 kW bei 150 U/min und 67 m Gefälle und besteht aus einer vertikalen Francis-Turbine und einem Drehstromgenerator für 60 Hz bei 15 kV und $\cos \varphi = 0,9$. In einer Freiluftanlage erfolgt die Umspannung auf 220 kV zur Fortleitung.

die industrielle Verwertung) und die restlichen 0,81 Mrd kWh als Ergänzungskraft (énergie complémentaire) zur Verfügung. — In dem katastrophalen Trockenjahr 1925 wurde die Vollleistung noch an 4 ½ h arbeitstäglich verfügbar gewesen sein.

Die Vorarbeiten (Umlaufstollen und Trockenlegung der Baugrube zwischen den vorerwähnten Abdämmungs-Mauern auf 260 m Länge) sind seit Februar 1937 im Gange. [J. Dumas, Génie civ. 111 (1937) S. 365; 6 S., 6 Abb. und R. Gourjon, Rev. gén. Electr. 42 (1937) S. 666; 5 S., 1 Abb.] RdI.

Elektrische Maschinen.

621. 313. 361. 012. 2 **Das Kreisdiagramm des läufergespeisten Drehstromkommutatormotors.** — Das von H. Lund²⁾ gezeigte Diagramm des Osnomotors wird auf den

¹⁾ Kurs am 11. d. M. 100 fr. Fr. = 7,82 RM.

²⁾ H. Lund, Arch. Elektrotechn. 15 (1925) S. 273.

läufergespeisten Drehstromkommutatormotor (Schragemotor) angewendet. Für den Primär- und Sekundärstrom ergeben sich Vektorgleichungen, die sich zu einem Kreisdiagramm vereinigen lassen, so daß die Vektorendpunkte ähnlich wie bei dem Heyland-Diagramm des Asynchronmotors auf einem gemeinsamen Kreise liegen. Der Nullpunkt des Primärstromes ist der Nullpunkt des Koordinatensystems. Der Nullpunkt des Sekundärstromes liegt im Abstand U/x_1 auf der Abszisse. Das Diagramm kann für alle Bürstenwinkel gezeichnet werden. Der Maßstab des Sekundärstromes ist außer von den Windungszahlen und ihren Wicklungsfaktoren auch vom Bürstenverschiebungswinkel abhängig. [H. Schack-Nielsen, Arch. Elektrotechn. 32 (1938) S. 187; 3 S., 3 Abb.]

Geräte und Stromrichter.

621. 314. 13 Neue Gleichstrom-Transformatoren.

Die Umspannung von Gleichstrom kann mit Hilfe eines ruhenden Umspanners durchgeführt werden, wenn geeignete Mittel zur Verfügung stehen, den zugeführten Gleichstrom in Wechselstrom umzuformen und diesen nach Verlassen des Umspanners wieder gleichzurichten. Diese Aufgabe läßt sich mit gittergesteuerten Stromrichtern lösen. Die Schaltung kann so getroffen werden, daß entweder der abgegebene Strom oder die Sekundärspannung konstant bleiben. Der erste Fall ist der einfachere. Als Transformator dient eine normale Drehstromtype in $\wedge/\wedge$ Schaltung; den primären Wicklungssträngen sind Kondensatoren parallel geschaltet. Die Einspeisung erfolgt über einen dreianodigen Wechselrichter, die Gleichrichtung auf der Sekundärseite durch einen dreianodigen Gleichrichter. Die Gitter beider Stromrichter werden durch einen Hilfs-generator gemeinsam erregt. Durch Änderung der Frequenz des Hilfs-generators und der Phasenverschiebung zwischen der primären und sekundären Gitterspannung läßt sich die Stromabgabe regeln. Glättungsspulen sind sowohl in die Gleichstrom-Zuleitung als auch in der abgehenden Leitung einzubauen. Zur Erzielung einer konstanten Sekundärspannung sind erforderlich: Zwei sechsanodige Stromrichter, ein dreischenkler Haupttransformator in Sechsenphasen-Schaltung mit Tertiärwicklung, ein dreischenkler Vorschalttransformator mit zwei Wicklungen je Schenkel, sowie insgesamt sechs Kondensatoren, von denen je drei an die Tertiärwicklung und an den Vorschalttransformator angeschlossen werden; außerdem auf der Primärseite ein Spannungsteiler und eine Glättungsspule. Beide Schaltungen sind im Prüffeld untersucht worden und haben eine gute Übereinstimmung mit den erwarteten Ergebnissen gezeigt. [C. C. Herskind, Electr. Engng. 56 (1937) S. 1372; 7 S., 12 Abb.] R. K.

621. 314. 224. 014. 32 Symmetrische und unsymmetrische axiale Kurzschlußkräfte in Stromwandlern mit zylindrischen Spulen. — Die Eigenschaft der Stromwandler, daß bei hohen Kurzschlußströmen die sekundäre Amperewindungszahl AW_2 kleiner ist als die primäre AW_1 , verursacht eine symmetrische zerreiße Wirkung in der sekundären zylindrischen Spule. Die abstoßenden Kräfte zwischen der primären und sekundären Wicklung sind nämlich dem Produkt $(AW_1) \cdot (AW_2)$ proportional. Die axialen Komponenten dieser Kräfte ziehen die Hälften der sekundären Spule auseinander. Eine Gegenwirkung besteht in der Anziehung zwischen den beiden Hälften. Diese Kräfte sind aber nur dem Quadrat $(AW_2)^2$ proportional. Die zerreiße Kräfte können besonders bei großem Unterschied zwischen den Amperewindungen AW_1 und AW_2 überwiegen, wenn das Produkt $(AW_1) \cdot (AW_2)$ viel größer ist als das Quadrat $(AW_2)^2$. Berechnungsformeln für diese symmetrischen Kräfte und auch für die bekannten unsymmetrischen werden abgeleitet. Ein Beispiel erläutert die Rechnungen. Die symmetrischen zerreiße Kräfte erlangen eine besondere Bedeutung, wenn die sekundäre Spule länger ist als die primäre. Einige Konstruktionsmittel für die Bekämpfung der axialen Kurzschlußkräfte werden besprochen. [St. Szpor, Arch. Elektrotechn. 32 (1938) H. 3, S. 181; 4 1/2 S., 7 Abb.]

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 082. 5 Stroboskop für aperiodische Vorgänge. — Während die stroboskopische Scheibe nur die Beobachtung rein periodischer Vorgänge ermöglicht, wird nach P. E. Schiller durch ihre Vereinigung mit einem umlaufenden Spiegel das Beobachtungsgebiet erheblich erweitert. In Abb. 2 blickt der Beobachter A durch die Schlitzscheibe Sch über den umlaufenden Spiegel S_1 und den festen Spiegel S_2 auf das Objekt O. Der

Motor M setzt die Schlitzscheibe Sch und über das regelbare Getriebe U den Spiegel S_1 in Bewegung. Die Schlitzscheibe blendet aus dem zu betrachtenden Vorgang Einzelbilder heraus, die durch den umlaufenden Spiegel nebeneinander gelegt werden. Diese Bildgruppe wird vom Auge als scheinbar gleichzeitig beobachtet. Während der Pause, die durch den Übergang von einer Spiegelfläche zur nächsten gegeben ist, verarbeitet das Auge diesen Eindruck und ist fähig, die nächste Bildgruppe aufzunehmen. So werden aus dem ablaufenden Vorgang einzelne Teile herausgegriffen. Das günstige Verhältnis zwischen Bildgruppe und Pause wird durch das Getriebe U eingestellt.

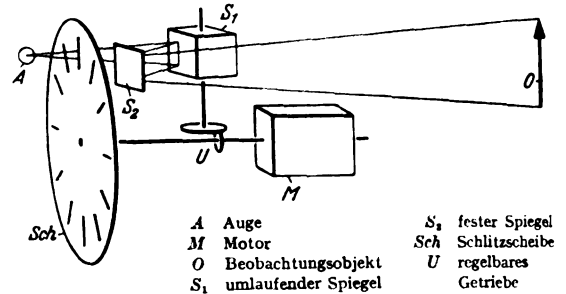


Abb. 2. Stroboskop für aperiodische Vorgänge.

Da die einzelnen Bilder nicht wie beim rein stroboskopischen Verfahren übereinander nebeneinander gelegt werden, ist das Verfahren unabhängig von der Art des ablaufenden Vorgangs. Nur muß bei Vorgängen mit einmaligem Ablauf der wichtige Teil des Vorgangs in einer Bildgruppe und nicht in einer Pause liegen. Dies wird durch einen mit dem Spiegel verbundenen Kontaktgeber erreicht. Als Beispiele werden gezeigt: Entladung in Geißleröhren, Verlauf von Abschaltfunken, Bewegung eines Pendelkontakts, Bewegung von Magnetpolen bei Wechselstrom, Spanabnahme beim Fräsen, Auftreffen eines Tropfens auf eine Flüssigkeit, Strömungsvorgang in einer schallempfindlichen Flamme. [P. E. Schiller, Z. techn. Phys. 18 (1937) S. 332; 5 S., 10 Abb.] Br.

Elektrowärme.

621. 365. 45 : 621. 311. 153 Verbesserung der Belastungsverhältnisse durch zeitliche Begrenzung der Heißwasserspeicher-Einschaltung. — Die belastungsverbessernde Wirkung elektrischer Heißwasserspeicher kann ausgenutzt werden erstens zur Ausfüllung von Belastungstälern und zweitens als gleichbleibende Grundlast. Im letzteren Falle wird mit 24stündiger Dauerheizung, im ersteren bisher meist mit 10stündiger Nachtaufheizung gearbeitet. In den V.S. Amerika sind nun umfangreiche Untersuchungen über die zweckmäßigsten Einschaltzeiten von Heißwasserspeichern angestellt worden. Für die Versuche wurde ein Überlaufspeicher von 180 l Inhalt verwendet, der zwei, jeweils getrennt durch Temperaturregler gesteuerte, Heizkörper hat. Der unten im Speicher eingebaute Heizkörper von 600 W Heizleistung wurde versuchsweise in den Stunden der Netzhöchstbelastung vom Netz getrennt. Der im oberen Drittel des Speichers eingebaute Heizkörper von 1250 W dagegen ist zeitlich unbegrenzt. Er schaltet sich demnach auch während der Spitzenzeiten dann ein, wenn mehr Heißwasser benötigt wird als dem Gesamtspeicherinhalt entspricht. Den Messungen wurde folgender Heißwasserverbrauch für eine vier- bis fünfköpfige Familie zugrunde gelegt:

	Liter je Tag	Tage im Monat
Höchstverbrauchstage	340	5
Normalverbrauchstage	225	13,4
Geringstverbrauchstage	90	12

Dem entspricht ein täglicher Durchschnitts-Heißwasserverbrauch von 190 l bei 66° C, was, entsprechend umgerechnet auf die in Deutschland übliche Heißwassertemperatur von 85° C, etwa 150 l entsprechen würde, demnach als sehr reichlich anzusehen ist. Die zeitliche Verteilung der Entnahmen ist völlig anders als in Deutschland und liegt vorherrschend in den Vormittagsstunden zwischen 8 und 10 Uhr, während in Deutschland durch den Badebedarf die Hauptentnahmezeiten abends liegen.

Es wurden nun zunächst Messungen über die Heißwasserspeicherbelastung bei 24stündiger Aufheizung, bei 10stündiger

Nachtaufheizung und bei 18stündiger Aufheizung unter Benutzung des oben erwähnten Speichers mit Doppelheizelementen durchgeführt. In allen Fällen zeigten sich die günstigsten Belastungsverhältnisse bei 18stündiger Aufheizung, wobei die Sperrzeiten des unteren Heizkörpers von $10\frac{1}{2}$ bis $13\frac{1}{2}$ und von $16\frac{1}{2}$ bis $19\frac{1}{2}$ Uhr lagen. Bei der Untersuchung eines Wohnhausblocks mit 3000 Haushaltungen, wobei 60% der Haushaltungen Kühlschränke und Herde, 45% der Haushaltungen Heißwasserspeicher besaßen, war die Belastungsspitze bei 18stündiger Aufheizung 20% niedriger als bei 24stündiger zeitlich unbegrenzter Aufheizung. Beachtenswert ist der niedrige Gleichzeitigkeitsfaktor des während der Spitzenzeiten zur Einschaltung freigegebenen oberen Heizkörpers. Bei einer Abnehmergruppe von sechs Abnehmern ergab sich trotz eines Anschlußwertes des oberen Heizkörpers von 1250 W nur eine Belastung von 200 W je Abnehmer.

Diese Untersuchungen sind insoweit für Deutschland beachtenswert, als sie zeigen, daß man auch in den V.S. Amerika von den reinen Nachtstromspeichern abzugehen bemüht ist und, ähnlich wie in Deutschland, nach einer geeigneten Verbindung zwischen Tag- und Nachtstromaufheizung sucht. [E. Vinet, Electr. Wld., N. Y. 108 (1937) S. 1523; 4 S., 8 Abb.] *Md.*

Fernmeldetechnik.

621. 395. 5. 029. 5. 001. 2 Physik der Fernsprechkabel bei höheren Frequenzen. — Zusammenfassend wird über Arbeiten und Untersuchungen berichtet, die dahin zielten, bestehende Fernkabelleitungen für Trägerfrequenzbetrieb zu verwenden und neue für die Übertragung breiter Frequenzbänder geeignete Leitungsarten zu schaffen. Dabei ergab sich zunächst der wesentliche Einfluß des dielektrischen Verlustwinkels, was vor allem bei konzentrischen Leitungen zur Bildung neuartiger Isolierverfahren führte; damit war es möglich, den hohen Verlustwinkel bei Papier-Luftraum-Isolation und den ungünstigen Dämpfungsverlauf bei hohen Frequenzen beträchtlich herabzusetzen. Von besonderem physikalischen Interesse ist ferner das Verhalten des Leitungswiderstandes bei höheren Frequenzen. Während dafür bei der konzentrischen Leitung nur Skineffekt und Eindringtiefe der Wellen zu berücksichtigen sind, kommen bei den symmetrischen Leitungen zusätzlich noch die durch die Näherwirkung der einzelnen Leiter verursachte Widerstandserhöhung und der Einfluß der Wirbelströme im Mantel in Betracht. Da diese beiden Einflüsse nicht im gleichen Sinne wirken, gibt es ein Optimum für den Gesamtwiderstand bei bestimmter Leiteranordnung. Von großer Bedeutung ist auch die Frage der Störfreiheit der Leitungen gegen Außenfelder hochfrequenter Natur. In dieser Beziehung ist die konzentrische Leitung infolge des fehlenden äußeren magnetischen Feldes im Vorteil gegenüber den paar- und vierererseilten Leitungen, dagegen im Nachteil wegen seines unsymmetrischen Aufbaus. Der Phantomkreis des Sternvierers ist jedoch überlegen, weil dieser symmetrisch aufgebaut ist und praktisch kein Außenfeld hat. Weiterhin sind noch die Lage des Innenleiters und die Beschaffenheit und besonders die Bauart des Außenleiters der konzentrischen Leitung von wesentlichem Einfluß auf die Störfreiheit, wobei die rohrförmige Hülle unter möglichster Vermeidung von Längsschlitzten als ideale Lösung zu bezeichnen ist; diese Schirmwirkung der konzentrischen Hülle hat erhebliche Bedeutung bei benachbarten konzentrischen Leitungen im gleichen Kabel, weil dadurch sehr günstige Nebensprechwerte erzielt werden können, was sich auf Grund der physikalischen Zusammenhänge und in gleicher Weise aus praktischen Messungen ergibt.

Bei den vielpaarigen Kabeln ist die theoretische Ermittlung von Nebensprechwerten beträchtlich schwieriger als bei den konzentrischen Leitungen und nur auf empirischem Weg möglich. Um für die einzelnen Verseilelemente bei Trägerfrequenzausnutzung genügende Nebensprechfreiheit zu erhalten, ist eine elektrostatische Abschirmung notwendig; außerdem spielen noch die magnetischen Kopplungen eine ausschlaggebende Rolle, was dazu führt, daß — abgesehen von den Phantomkreisen des Sternvierers — alle für Trägerstrombetrieb bestimmten symmetrischen Kabelleitungen selbst bei statischer Abschirmung verschiedene Dralle erhalten müssen. Das Ergebnis der hinsichtlich Nebensprechen, Störfreiheit und Widerstandserhöhung durchgeführten Untersuchungen ist, daß der Sternvierer die günstigste Verseilart für Trägerstromkabel darstellt. Bei der Prüfung der Frage nach der Verwendungsmöglichkeit von Litzenleitern für Ströme hoher Frequenz zeigte sich, daß erheblich ungünstigere Nebensprechkopplungen auftreten als bei normalen Kabeln gleicher Art, daß mit wesentlich höheren Widerstandsschwankungen zu rechnen ist und daß die erforder-

liche und sehr weit zu treibende Unterteilung des Leiterquerschnittes unwirtschaftlich ist; ferner verschwindet beim Litzenleiter der widerstandserhöhende Einfluß der Nachbarvierer mehr und mehr, während die Wirbelstrombildung im Bleimantel in entsprechendem Maße zunimmt. Unter Berücksichtigung all dieser Untersuchungsergebnisse wurde ein Sondervierer für Trägerstromzwecke unter Beibehaltung der Papier-Luftraum-Isolierung entwickelt, bei dem keine Widerstandserhöhung durch die Nachbarvierer mehr auftritt und dessen Kapazität außerdem noch bis auf 25 nF/km und mehr in wirtschaftlicher Weise gesenkt werden konnte. Dies führte zu dem endgültigen Trägerstrom-Sternvierer-Kabel mit dünnen Leiterstärken (günstigster Wert 1,2 mm Dmr.), aber stärker isolierten Einzeladern als beim tonfrequenten Betrieb. Die Möglichkeiten der Ausnutzung dieser Trägerstrom-Sonderkabel (bis zu 200 kHz) sowie der vorhandenen Fernkabelleitungen für Trägerfrequenzbetrieb (bis zu 100 kHz) werden näher erläutert und in zwei Zahlentafeln zusammengestellt. Zum Schluß wird noch auf die praktischen Ergebnisse von in Holland verlegten Sonderkabeln dieser Art hingewiesen, die die theoretischen Überlegungen bestätigen. [G. Wuckel, Europ. Fernsprechdienst (1937) H. 47, S. 209; 15 S., 30 Abb.] *Dll.*

621. 396. 645. 062. 004. 13 Die Arbeitsweise gegengekoppelter Verstärker. — Die nichtlinearen Verzerrungen in Verstärkern sind schon bei üblichen Musikübertragungen eine sehr zu beachtende Größe. Mit der Einführung der Vielfachtelephonie über einen einzigen Verstärker, wie sie die heutige Breitbandtechnik darstellt, steigen die Anforderungen auf ein ohne zusätzliche Mittel mit Röhren nicht mehr darstellbares Maß. Bereits 1914 hat man erkannt, daß man durch gegenseitige Rückführung eines Teiles der Verstärkerausgangsspannung auf den Eingang die Verzerrungen herabsetzen kann; trotzdem wird die Gegenkopplung erst neuerdings praktisch verwandt, weil man erst jetzt sich hohen Anforderungen an Verzerrungsfreiheit gegenüber sieht und andererseits erst jetzt die mit der Gegenkopplung verbundenen Instabilitäten zu bewältigen gelernt hat. Die Verfasser behandeln zunächst allgemein die Gegenkopplung in Nebenschluß-, Reihenschluß- und Brückenschaltung und berechnen sodann die Wirkung auf Verstärkung und Verzerrung besonders auch hinsichtlich der durch die Phasendrehung der Kopplungselemente auftretenden Gesichtspunkte. Es werden Röhrenkennlinienfelder mit Gegenkopplung konstruiert. Dabei zeigt sich, daß die Kennlinie selbst zwar immer geradliniger wird, daß gleichzeitig aber der obere und untere Knick immer schärfer ausgeprägt werden, eine Erscheinung, der bei Übertragungsanlagen mit ihren plötzlichen Spitzen bei der Bemessung große Beachtung geschenkt werden muß. Die Stabilitätsbetrachtungen werden nach dem Kriterium von Nyquist durchgeführt. Große Gegenkopplungen sind bei Verstärkern mit mehreren Stufen nur mit zusätzlichen Hilfsmitteln (Staffelung der Kopplungselemente, Elemente mit gegenläufiger Phasendrehung) stabil herzustellen. Ob die Phasenwinkel und Dämpfung beeinflussenden Netzwerke in den Verstärkungsweg oder Gegenkopplungspfad geschaltet werden, ist für die Stabilität, nicht aber für die Änderung der Verstärkung gleichgültig. Das Verstärkerfrequenzband wird mit zunehmender Gegenkopplung ausgeglichener übertragen. Am Schluß werden eine Reihe von Meßergebnissen angegeben, die mit den Berechnungen in gutem Einklang stehen. [H. Bartels und F. Schierl, Telefunkenztg. 18 (1937) H. 77, S. 9; 15 S., 19 Abb.] *Kur.*

621. 385. 5. 029. 63 Verstärkung und Selbsterregung von Dezimeterwellen in den normalen Schaltungen mit Gittersteuerung. — Die Arbeit hatte den Zweck, festzustellen, wieweit die Herstellung besonders kleiner Zwei-, Drei- und Fünfpolelektronenröhren (Eichelröhren) es ermöglicht, mit den bei mittleren Frequenzen üblichen Schaltungen für Verstärkung, Selbsterregung und Entdämpfung auch im Gebiet der Dezimeterwellen zu arbeiten. Infolge der geringen Ausmaße ihrer Elektroden sind die Röhren zwar nur in der Lage kleine Wechselstromleistungen abzugeben; der einfache Aufbau der mit ihnen hergestellten Schaltungen, die Anwendungsmöglichkeit der bekannten Verfahren der Modulation und Gleichrichtung und nicht zuletzt die Anspruchslosigkeit an ihre Energiequellen lassen den Röhren jedoch erhöhte Bedeutung zukommen. Die Arbeit behandelt zuerst die für die einzelnen Untersuchungen notwendigen Meßverfahren, die teilweise neuartig und für die besonderen Zwecke zugeschnitten worden sind. Die Ergebnisse sind dann in graphischen Darstellungen aufgezeichnet, unterteilt nach den untersuchten Röhren und ihrem jeweiligen Verwendungszweck. Zusammengefaßt wurde festgestellt, daß

in der normalen Rückkopplungsschaltung Wellen bis in die Größenordnung von 40 cm herab erzeugt werden können. Verstärken lassen sich Wellen von unter 60 cm an, die Verstärkung läßt sich durch eine Entdämpfung erhöhen. [H. P. Mailandt, Hochfrequenztechn. 50 (1937) S. 158; 9 S.] SB.

Chemie.

621. 352. 5 Über die Möglichkeiten des braunsteinlosen Verfahrens zur Herstellung galvanischer Batterien. — Größere galvanische Elemente ohne Braunstein — sogenannte „Luftsauerstoffelemente“ — werden z. Z. in Deutschland fabrikationsmäßig hergestellt. Die Depolarisation wird in diesen Elementen nicht durch Mangansuperoxyd (-hydrat) oder andere anorganische Oxyde, sondern unter dem katalytischen Einfluß von Aktivkohle durch den Luftsauerstoff und die Spaltung von Ammoniumsalzen bewirkt. Solche braunstein- und manganfreien Elemente liefern einen fast gleichbleibenden Entladestrom; ihre Herstellung macht keine besonderen Schwierigkeiten, solange es sich um größere Zellen von wenigstens etwa 50 mm Dmr. und etwa 100 mm Höhe (oder um noch größere Typen) handelt und die Belastung der Zellen 1 mA auf je 1 cm³ Depolarisationsmasse nicht wesentlich übersteigt. Für bedeutend höhere Belastungen hat das Luftsauerstoff-Element infolge der verhältnismäßig langsamen Diffusionsgeschwindigkeit der depolarisierenden bzw. strombildenden Gase bisher versagt. Es war demnach nicht möglich, die bekannten Taschenlampenbatterien, deren durchschnittliche Belastung 30 bis 40 mA je 1 cm³ Depolarisationsmasse beträgt, braunsteinlos herzustellen. Drotschmann berichtet nun über von ihm hergestellte Normal-Taschenlampenbatterien ohne Beimischung vom Ausland zu beziehenden Braunstein, welche immerhin beachtliche Leistungen ergaben. Nach VDE-Vorschriften, d. h. werktäglich je 10 min über je 15 Ω entladen, ergeben diese Batterien folgende Entladungsdauer:

bis 2,5 V : 3 h,
bis 2,25 V : 4 h, 40 min
bis 1,8 V : 6 h, 40 min.

Eine fabrikationsmäßige Durchbildung des Verfahrens wird längere Zeit in Anspruch nehmen, weil die notwendige, wesentlich größere Genauigkeit und Kompliziertheit im Aufbau braunsteinfreier Elemente bei den kleinen, räumlich beengten Zellen der Normalbatterien in Massenerstellung von Handarbeit zu teuer und gleichzeitig auch schwer erzielbar ist. Geeignete Maschinen für die Verarbeitung großer Mengen der spröden Depolarisationsmasse und für die neu hinzukommenden Arbeitsgänge müssen erst entwickelt und erprobt werden. [K. Drotschmann, Batterien 6 (1938) H. 6, S. 789; 1 S., 1 Abb.] eb.

Theoretische Elektrotechnik.

621. 315. 1. 018. 1. 001 Die graphische Darstellung der Leitwert-, Strom- und Leistungsgrößen eines Vierpoles bei konstanter Ausgangsspannung und beliebiger Endbürde (Anwendung auf Fernleitungen). — Im ersten Teil der Arbeit wird ein einfaches Verfahren für die graphische Darstellung der von der Endbürde eines unsymmetrischen Vierpoles abhängigen Größen entwickelt, und zwar für den Betriebsfall, daß die Spannung an den Ausgangs-(Sekundär-)Klemmen konstant ist. Die genannte Darstellung wurde auf ein Leitwertdiagramm bezogen, das unter den üblichen Voraussetzungen von der Sekundärspannung unabhängig ist. Der besondere Vorteil des entwickelten Verfahrens besteht darin, daß der Übergang von den Leitwerten auf die Ströme und Leistungen sehr einfach ist. Der Übergang auf die Ströme erfolgt durch Multiplikation der bezüglichen Leitwerte mit dem Betrag U_2 der konstanten Sekundärspannung, während die Leistungen durch Multiplikation der Leitwerte mit dem Betrag U_2^2 erhalten werden. Man kann auch besondere Maßstäbe für die unmittelbare Entnahme der Ströme und Leistungen aus dem Diagramm verwenden. Es sei ausdrücklich hervorgehoben, daß bei der Konstruktion der Leitwertdiagramme der Kurzschlußpunkt nicht benötigt wird, der meist weit außerhalb der normalen Belastungen liegt. Aus diesem Grunde kann der Zeichnungsmaßstab viel größer gewählt werden als bei der bekannten Darstellung der Belastungs- und Betriebsgrößen durch Kurvenscharen. Auch bei Benutzung dieser Darstellungsform,

die für gewisse Verwendungszwecke von Vorteil ist, stellt das entwickelte Verfahren eine wertvolle Ergänzung bzw. Kontrollmöglichkeit dar. Aus dem Leitwertdiagramm kann man folgende Größen als Funktion des sekundären Belastungsleitwertes unmittelbar entnehmen: Sekundärstrom und sekundäre Scheinleistung mit ihren Komponenten, sekundäre Phasenverschiebung, Primärstrom und primäre Scheinleistung mit ihren Komponenten, primäre Phasenverschiebung, Verhältnis der Primär- zur Sekundärspannung, Wirkungsgrad. Im Bedarfsfalle läßt sich durch eine kleine Umrechnung auch der primäre Scheinleitwert mit seinen Komponenten ermitteln.

Im zweiten Teil der Arbeit wird die Anwendung des entwickelten Verfahrens auf eine homogene Fernleitung mit verteilter Selbstinduktion und Kapazität gezeigt, die einen symmetrischen Vierpol darstellt. Dabei wurde ein praktisches Zahlenbeispiel unter Benutzung der vierstelligen Tafeln der Kreis- und Hyperbelfunktionen von Emde-Hawelka vollkommen durchgerechnet, sodaß sich auch der mathematisch weniger ausgebildete Leitungsingenieur mit dem entwickelten Darstellungsverfahren vertraut machen kann. [H. Kafka, Arch. Elektrotechn. 32 (1938) H. 3, S. 161; 20 S., 4 Abb.]

621. 3. 015. 33 : 537. 523. 5. 001. 4 Untersuchung einer Bogentladung mit schnellen Spannungsstößen. — Einem Gleichstrombogen wurden durch Entladung eines Kondensators kurze Spannungsstöße aufgedrückt und der dabei entstehende Strom gemessen. Bis zu einer gewissen Spannungshöhe, welche von der Dauer des Spannungstoßes abhing, waren die Scheitelwerte von Strom und Spannung einander proportional. Bei größeren Spannungen wuchs der Strom stärker als proportional mit der Spannung. Der Grund dieser Abweichung vom proportionalen Verlauf war bei kurzen Stößen hoher Spannung Stoßionisation im Bogengas, bei längeren Stößen geringerer Spannung thermische Ionisation infolge erhöhter Bogentemperatur. Die Ergebnisse ermöglichen eine Abschätzung der für die Löschung von Schalterbögen wichtigen Wiedervereinigungskonstanten der Elektronen. Sie ergibt sich von der Größenordnung 10^{-10} . [F. Koppelman, Wiss. Veröff. Siemens-Werk 16 (1937) H. 3, S. 1; 25 S., 21 Abb.] Vb.

AUS LETZTER ZEIT.

Anlagen zur Erzeugung von Elektrizität oder Gas für den eigenen Energiebedarf. — Der Reichswirtschaftsminister hat zugleich als Beauftragter für den Vierjahresplan durch eine im Deutschen Reichs- und Preussischen Staatsanzeiger vom 24. Januar 1938 veröffentlichte Anordnung vom 21. Januar 1938 (IV 4228/38) die in den §§ 3 und 4 Abs. 1 des Energiewirtschaftsgesetzes bestimmte Auskunfts-, Mitteilungs- und Anzeigepflicht der Energieversorgungsunternehmen und das in § 4 Abs. 2 und 3 des Energiewirtschaftsgesetzes festgesetzte Beanstandungs- und Untersagungsrecht des Reichswirtschaftsministers auf Anlagen zur Erzeugung von Elektrizität oder Gas für den eigenen Bedarf (Eigenanlagen) ausgedehnt, sofern sie eine bestimmte Größe überschreiten¹⁾.

Deutsches Warenzeichen Nr. 500 000. — In diesen Tagen wurde in die beim Reichspatentamt in Berlin geführte Zeichenrolle das deutsche Warenzeichen Nr. 500 000 eingetragen. Seit dem Jahre 1894 sind über 872 000 Warenzeichen angemeldet worden; von den nach Prüfung eingetragenen 500 000 Zeichen sind heute noch mehr als 231 000 in Geltung, während die übrigen infolge Nichtverlängerung der Schutzdauer gelöscht wurden.

Kurzwellensender für Persien. — Die Telefunken-Gesellschaft wird nahe bei Teheran, der Hauptstadt des Iran, einen Kurzwellensender errichten, der dem internationalen und kommerziellen Verkehr vornehmlich mit Europa dienen soll. Der Sender wird eine Oberstrichleistung von 25 bis 30 kW besitzen und auf Wellen von 14 bis 80 m mit freiem Wechsel umschaltbar sein. Mitte 1939 hofft man den Betrieb eröffnen zu können.

¹⁾ Einzelheiten über die Anweisung des Leiters der Reichsgruppe Energiewirtschaft, der mit der Vorbereitung der Entscheidung des Ministers beauftragt und zur Einholung der erforderlichen Auskünfte ermächtigt ist, sind im Deutschen Reichsanzeiger Nr. 43 vom 21. 2. d. J. veröffentlicht.

AUS ERZEUGUNG UND VERBRAUCH.

Der Ausbau des Hochrheins zur Krafterzeugung.

621. 311. 21. 002. I

Vom 18. bis 21. 7. 1937 tagte in der Schweiz die Badisch-Schweizerische Rheinkommission, die Deutschland und die Schweiz im Jahre 1922 zur Regelung aller mit dem Ausbau des Hochrheins zusammenhängenden technischen, wirtschaftlichen und rechtlichen Fragen gebildet haben. Deutschland war durch das Badische Finanz- und Wirtschaftsministerium und den Rheinschiffsverkehrsverband Konstanz vertreten, die Schweiz durch das Politische Departement, das Amt für Wasserwirtschaft, die Regierungen der Kantone Aargau, Zürich, Schaffhausen und den nordostschweizerischen Schiffsverkehrsverband. Verhandlungsgegenstand waren u. a. die Verleihungen für die Kraftstufen Reckingen, Rheinau und Säckingen und Erweiterungen für die Konzessionen der Kraftwerke Albruck-Dogern und Ryburg-Schwörstadt. Aus der Reihe der noch nicht genutzten Hochrheinkräfte werden Reckingen, Rheinau und Säckingen demnächst zum Ausbau gelangen.

Mit der Errichtung des Kraftwerks Reckingen wurde bereits im Herbst 1937 von der Kraftwerk Reckingen AG., einer Tochtergesellschaft der Lonza Werke Elektrochemische Fabriken G. m. b. H. in Waldshut (der deutschen Niederlassung der Lonza Elektrizitätswerke und Chemische Fabriken AG., Basel), begonnen. Die Ausbauleistung des Werkes beträgt 36 000 kW und die elektrische Arbeit im Jahresmittel 212 Mill kWh. Die Erzeugung soll nach den Darlegungen von Verwaltungspräsident Golay auf der Hauptversammlung der Basler Lonza Werke am 18. 9. 1937 ausschließlich in den Waldshuter Betrieben der Lonza Werke Verwendung finden.

Das Werk Rheinau wird von der Elektrizitätswerk Rheinau AG. erstellt, deren Aktienkapital von 8 Mill Sfrs¹⁾ zu je 25 % von der Stadt Winterthur, der Alu-

minium AG., Neuhausen, der Elektrizitäts-Aktiengesellschaft vorm. Schuckert & Co., Nürnberg, und den Nordostschweizerischen Kraftwerken (NOK) in Baden (Schweiz) übernommen wurde. Jede der vier Gründerinnen trägt ein Viertel aller Betriebs- und Verwaltungskosten, in gleichem Umfange haben sie Anspruch auf die Leistungen des Werkes. Nach weiteren Vereinbarungen zwischen der NOK und der Stadt Winterthur wird die NOK nach Inbetriebnahme des Werkes den gesamten schweizerischen Energieanteil übernehmen und die Stadt Winterthur zu „Äquivalenzpreisen“ versorgen. Die Erzeugung aus der vorgesehenen Ausbauleistung von 33 000 kW wird im Jahresmittel 207 Mill kWh betragen.

Das Kraftwerk Säckingen soll mit einer Maschinenanlage von 68 000 kW das Gefälle der 10,34 km langen Rheinstrecke zwischen dem Kraftwerk Laufenburg und der Stadt Säckingen ausnutzen. Bewerber um diese Staustufe sind das Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerk in Essen und die NOK. Die Jahreserzeugung wird im Mittel 370 Mill kWh betragen. Voraussichtlich wird die Schweiz nur 20 % der Energie abnehmen und zum Ausgleich für die an Deutschland fallenden 30 % das Recht zur alleinigen Ausnutzung der Kraftstufe Koblenz-Kadelburg (oberhalb Waldshut) erhalten.

Nach Errichtung der Kraftwerke Reckingen, Rheinau und Säckingen werden auf der 140 km langen Hochrheinstrecke Bodensee-Basel 485 000 kW mit einem Jahresarbeitsvermögen von 3,07 Mrd kWh ausgebaut sein. Drei weitere Kraftwerke und der Ersatz der alten Anlage Rheinfelden durch ein neues Werk von 55 000 kW sind noch geplant. Mit deren Fertigstellung werden die gesamte Ausbauleistung auf 633 000 kW und die jährlich mögliche Energieerzeugung auf 4 Mrd kWh steigen. Auf Deutschland entfallen entsprechend seinem Anteil am Rohgefälle des Rheins rd. 1,9 Mrd kWh.

¹⁾ 1 Schweizer Franken = 0,575 RM.

Wasserkraftwerke am Hochrhein.

Lfd. Nr.	Werk	Zahl der Turbinen	Eigentümer oder Bewerber	Nutzgefälle bei Vollleistung	Ausbaugröße	Ausbauleistung	Stromerzeugung		deutscher Anteil an der Leistungsfähigkeit
							bei 8760stündiger Ausnutzung der im Jahresmittel zur Verfügung stehenden Leistung	im Betriebsjahre 1936 (1936/37)	
				m	m ² /s	kW	Mill kWh	Mill kWh	%
1	Schaffhausen . . .	4	Stadt Schaffhausen	6,60	400	21 000	130	—	7,2
2	Rheinau	4	Aluminium AG., Neuhausen EAG vorm. Schuckert & Co., Nbg. Stadt Winterthur, NOK	10,2	390	33 000	207	—	43 . . . 44
3	Eglisau	7	Nordostschweizerische Kraftwerke in Baden (Schweiz)	10,95	405	35 000	229	(1. 10. 36 bis 30. 9. 37) 218	7,2
4	Reckingen	3	Kraftwerk Reckingen AG.	8,70	500	36 000	212	—	50
5	Koblenz-Waldshut	3	OEW, Biberach, Neckarwerke in Eßlingen, Stadt Stuttgart, NOK und Stadt Zürich	9,70	500	41 000	240	—	50
6	Albruck-Dogern . .	3	Rheinkraftwerk Albruck-Dogern A.G., Waldshut	9,50	900	71 000	495	(1. 7. 36 bis 30. 6. 37) 540	100 ²⁾
7	Laufenburg	10	Kraftwerk Laufenburg AG., Laufenburg (Schweiz)	10,90	689	62 000	420	401 ³⁾	50
8	Säckingen	4	RWE in Essen und NOK in Baden (Schweiz)	6,40	1250	68 000	370	—	50
9	Ryburg-Schwörstadt	4	Kraftwerk Ryburg-Schwörstadt	10,90	1200	110 000	670	(1. 10. 36 bis 30. 9. 37) 758	50
10	Rheinfelden	20	Kraftübertragungswerke Rheinfelden AG.	5,20	614	24 000	170	— ³⁾	50
11	Augst-Wyhlen . . .	20	Kanton Basel-Stadt und Kraftübertragungswerke Rheinfelden	7,60	800	46 000	300	300	50
12	Birsfelden	4	Kantone Basel-Stadt und Basel Land (je 50%)	6,53	985	55 000	320	—	0 ⁴⁾
			bestehende Kraftwerke			348 000	2284		
			geplante „			254 000	1479		
			zusammen			602 000	3763		

Anm.: Die bestehenden Kraftwerke sind unterstrichen.

¹⁾ Nach einem Tauschvertrag zwischen Deutschland und der Schweiz fällt die ganze Erzeugung von Albruck-Dogern an Deutschland und die des künftigen Werkes Birsfelden an die Schweiz.

²⁾ Die Zahl gibt die verkaufte elektrische Arbeit an, in der Fremdstrom von 7,5 Mill kWh enthalten ist. Erzeugungszahlen wurden nicht veröffentlicht.

³⁾ Nicht veröffentlicht.

Die Kräfte auf der Hochrheinstrecke Bodensee-Basel sind dank vorteilhafter geologischer und hydrologischer Verhältnisse sehr bedeutend, und keine andere Flußstrecke in Deutschland ist auch nur entfernt so ergiebig. Es leisten z. B. die 13 Kraftwerke auf der 160 km langen Mainstrecke Würzburg-Aschaffenburg jährlich nur 280 Mill kWh und die 26 Kraftwerke auf der 200 km langen Neckarstrecke Mannheim-Plochingen 350 Mill kWh.

Nach den Veröffentlichungen des Statistischen Reichsamts („Wirtschaft und Statistik“ Nr. 7/1936; Nr. 22/1936 und Nr. 23/1937) bezog die deutsche Wirtschaft aus den — unter deutscher Beteiligung von Aktiengesellschaften schweizerischen Rechts betriebenen — Rheinkraftwerken Ryburg-Schwörstadt und Laufenburg und aus dem schweizerischen Werk Eglisau

im Jahre 1933	458,6 Mill kWh
„ „ 1934	507,3 „ „
„ „ 1935	567,4 „ „
„ „ 1936	585,3 „ „

Nimmt man zu diesen Zahlen die Erzeugung jener — unter schweizerischer Beteiligung von Aktiengesellschaft-

ten deutschen Rechts betriebenen — Werke, die ihre Produktion ganz (Albbruck-Dogern) oder größtenteils (Rheinfelden mit Wyhlen) in Deutschland absetzen, so ergibt sich, daß die Hochrheinkräfte in den Jahren 1935 und 1936 an der deutschen Stromversorgung mit rd. 1,4 Mrd kWh jährlich beteiligt waren. Diese besonders starke Beschäftigung verdanken die Werke guten Wasserverhältnissen: Im Jahre 1935 lag die Wasserführung des Rheins um 14% und im Jahre 1936 um 23% über dem 120jährigen Mittelwert. Auch bei dem Oberrheinkraftwerk Kembs mit einer Ausbauleistung von 122 000 kW stieg die Erzeugung in 1936 um 191 Mill kWh auf 501 Mill kWh. Wie die Energie Électrique du Rhin, Mülhausen, in ihrem Geschäftsbericht ausführt, konnte aber ein „beträchtlicher Teil dieser Energie vorderhand nur zu ungenügenden Preisen verkauft werden“, obwohl „die Lieferungen an Gesellschaften in der Gegend von Paris eine erfreuliche Zunahme aufweisen“. (Nach dem Bericht der Bank für elektrische Unternehmungen in Zürich für das Geschäftsjahr 1936/37 stieg die Welterzeugung an elektrischer Energie von 1929 bis zum ersten Halbjahr 1937 um 42%, in Frankreich dagegen nur um 15%.)

Vereinheitlichung der Berliner Elektrizitätswirtschaft. — Am 1. April 1938 wird ein entscheidender Schritt in der zukünftigen Stromversorgung Groß-Berlins innerhalb einer außerordentlichen Hauptversammlung der Berliner Kraft- und Licht (Bewag)-AG. getan werden. Die Bewag übernimmt die Versorgung des bisherigen Berliner Konzessionsgebietes der Märkischen Elektrizitätswerk AG., ferner das gesamte Konzessionsgebiet der Elektrizitätswerk Südwest AG.¹⁾ Im Zuge dieser Neuordnung wird die Bewag ein von der Stadt Berlin im Jahre 1936 erworbenes Mehrheitspaket der Südwest AG. übernehmen und sich gemäß dem Umwandlungsgesetz vom 5. Juli 1934 mit der Elektrizitätswerk Südwest AG. verschmelzen. Mit dieser Neuordnung erfolgt eine großzügige Vereinheitlichung der Elektrizitätsversorgung der Reichshauptstadt.

STATISTISCHE MITTEILUNGEN

(Mitgeteilt von der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.)

Weltelektroausfuhr 1937. — Die Weltelektroausfuhr betrug im Jahre 1937 nach den bisher vorliegenden Ergebnissen 1,2 Mrd RM. Gegenüber 1936 hat sie um 225 Mill RM oder 22,7%, gegenüber 1935 um 321 Mill RM oder 35,8% zugenommen. Deutschland steht mit fast 27% Anteil an der Ausfuhr der dargestellten Länder nach wie vor an erster Stelle, die V. S. Amerika folgen mit fast 26%, Großbritannien mit 19%. Diese drei Länder sind wesentlich beteiligt gewesen an der günstigen Entwicklung der Weltelektroausfuhr in den letzten Jahren. Sie haben demzufolge ihren Anteil an der Gesamtausfuhr seit 1934 gut gehalten und sogar etwas verbessert; zusammen lieferten sie 1934 66%, 1935 69%, 1936 72,2%, 1937 71,8% der Weltelektroausfuhr. Auch die übrigen kleineren Lieferländer mit Ausnahme von Frankreich, dessen Ausfuhr rückläufig war, haben 1937 Ausfuhrwerte er-

Zahlentafel 1. Weltelektroausfuhr¹⁾.

Länder ¹⁾	1934	1935	1936	1937	Anteil an der Weltelektroausfuhr			
					1934 %	1935 %	1936 %	1937 %
Deutschland	226,4	233,2	266,2	328,0	26,4	26,0	26,8	26,9
V. S. Amerika	189,5	211,0	253,7	315,8	22,1	23,5	25,6	25,9
Großbritannien	150,4	174,4	196,7	231,3	17,5	19,5	19,8	19,0
Niederlande	97,2	83,6	75,2	99,2	11,3	9,3	7,6	8,1
Japan	25,5	26,0	35,5	39,9	3,0	2,9	3,6	3,3
Belgien-Luxemburg	20,1	21,4	23,6	36,2	2,4	2,4	2,4	3,0
Schweden	26,9	26,5	27,1	36,0	3,1	3,0	2,7	3,0
Schweiz	28,6	27,7	26,4	30,1	3,3	3,1	2,6	2,5
Frankreich	36,7	34,4	28,8	27,7	4,3	3,8	2,9	2,3
Österreich	15,9	15,7	17,6	22,8	1,9	1,7	1,8	1,9
Kanada	8,6	11,4	13,0	15,0	1,0	1,3	1,3	1,2
Italien	8,1	10,9	7,9	13,4	0,9	1,2	0,8	1,1
Ungarn	17,1	12,2	11,9	12,0	2,0	1,4	1,2	1,0
Tschechoslowakei	7,1	7,9	8,6	10,2	0,8	0,9	0,9	0,8
	858,1	896,3	992,2	1217,6	100	100	100	100

¹⁾ Ausfuhr von 14 Ländern, die rd. 95% der Weltelektroausfuhr stellen.
²⁾ Geordnet nach der Größe der Ausfuhr 1937. ³⁾ Vorläufige Zahlen.

¹⁾ J. Adolph, „Zum 50jährigen Jubiläum der Berliner Stromversorgung“, ETZ 55 (1934) S. 434, Abb. 1.

zielt, die wesentlich über den Vorjahresergebnissen liegen. Besonders hingewiesen sei auf Japan und Belgien-Luxemburg, deren Ausfuhr gegenüber 1934/35 um mehr als 50% gestiegen ist, wodurch diese Länder an die fünfte und sechste Stelle gerückt sind. Die Niederlande, die an der vierten Stelle der Ausfuhrländer stehen, haben die niedrigen Ergebnisse von 1935 und 1936 im Jahre 1937 weit überholt. Der prozentuale Anteil an der Gesamtausfuhr betrug 1937 wieder 8,1% gegenüber 7,6% im Vorjahr, doch liegt er immer noch unter den Ergebnissen der früheren Jahre.

Auftragseingänge der elektrotechnischen Unternehmungen in den V. S. Amerika. — Die Auftragseingänge wichtiger elektrotechnischer Unternehmungen der V. S. Amerika werden seit einigen Jahren regelmäßig vierteljährlich amtlich erhoben. Bis zum 31. 12. 1932 wurden 84, vom 1. 1. 1933 an 78 Unternehmungen erfaßt. Der damit festgestellte Wert beträgt etwa die Hälfte des nordamerikanischen Erzeugungsaufkommens. Er erstreckt sich auf: Motoren, Akkumulatoren, Haushaltsgeräte und Industrieanlagen. Nach den Veröffentlichungen des „Survey of Current Business“, Washington, entwickelte sich der Auftragseingang in dem Jahrzehnt 1926 bis 1936 wie folgt:

Jahr	Mill RM	Jahr	Mill RM
1926	3436	1934	1631
1929	4473	1935	2012
1932	1184	1936	2772
1933	1336		

Daraus ist ersichtlich, daß die elektrotechnische Industrie der V. S. Amerika bis zum Jahre 1929 (4473 Mill RM) einen beachtlichen Aufschwung nahm, der allerdings infolge der immer stärker auftretenden Krisenwirkungen ziemlich schnell nachließ. Im Tiefstandsjahr 1932 betrug der Wert der Auftragseingänge nur $\frac{1}{3}$ des Wertes des Jahres 1926. Von 1933 ab macht sich wieder eine stetige — anfänglich schwächere, dann stärkere — Aufwärtsentwicklung bemerkbar. Unter den obigen Voraussetzungen dürfte sich der Gesamtwert der Auftragseingänge bei der elektrotechnischen Industrie der V. S. Amerika im Jahre 1936 auf über 5 Mrd RM belaufen. Die Zahlentafel 1 zeigt für die Jahre 1933 bis 1937 die Vierteljahrsergebnisse der Werte der Auftragseingänge.

Zahlentafel 1. Auftragseingänge (Vierteljahrsergebnisse) in den V. S. Amerika in Mill RM^{*)}.

	1933	1934	1935	1936	1937
erstes Vierteljahr	256,9	341,3	456,3	564,9	910,9
zweites Vierteljahr	352,0	473,6	507,3	701,4	891,9
drittes Vierteljahr	394,0	372,0	533,9	689,8	702,0
viertes Vierteljahr	332,6	443,9	514,3	1022,8	—
Insgesamt	1335,5	1630,8	2011,8	2772,3	—

Quelle: „Survey of Current Business“, Washington.

^{*)} Zur Vermeidung von Wertverlusten erfolgte die Umrechnung nicht zum Durchschnittskurs, sondern es wurde von der jeweiligen Goldparität ausgegangen und der Preisveränderung in Gold durch entsprechenden Abschlag Rechnung getragen. Als Maßstab der Preisveränderung wurde der Großhandelsindex für industrielle Fertigerzeugnisse gewählt. Für die Jahre 1935 und 1936 wurde bei den Vierteljahrsergebnissen der Vierteljahrsdurchschnittskurs, bei den Jahreszahlen der Jahresdurchschnittskurs zugrunde gelegt.

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernsprecher: 30 06 31. — Postscheckkonto: Berlin 213 12.

Männer der deutschen Technik!

Auf der wertvollen Tradition deutschen Studententums baut der NSD-Studentenbund in seinen Kameradschaften Lebensgemeinschaften auf, die berufen sind, aus dem Geiste der Weltanschauung des Nationalsozialismus heraus unseren Nachwuchs auf den deutschen technischen Hoch- und Fachschulen zur Gemeinschaftsgesinnung, zu Ehrbewußtsein, Pflichtgefühl und tadelloser äußerer Haltung zu erziehen.

Die Kameradschaften wollen aus unseren Studenten nationalsozialistische Männer machen, die im späteren Leben Gewähr für höchsten beruflichen und politischen Einsatz geben.

Der Altherrenbund der deutschen Studenten, die NS-Studentenkampfhilfe, vom Führer in der Kampfzeit geschaffen und vom Stellvertreter des Führers im Jahre 1934 neu begründet, gibt uns ein Mittel, mit unserer studentischen Jugend in lebendiger Verbindung zu bleiben.

Männer der deutschen Technik! Die technische Jugend ruft uns zum Beitritt in die NS-Studentenkampfhilfe. Wir folgen diesem Ruf!

München, Hauptstadt der Bewegung, Februar 1938.

Heil Hitler!

gez.: Dr. Todt.

40. Mitgliederversammlung des VDE in Köln
vom 22. bis 25. Mai 1938.

Vorläufiger Tagungsplan.

Sonntag, den 22. Mai.

18⁰⁰ Jungingenieurtreffen, Lesegesellschaft

Montag, den 23. Mai.

9⁰⁰ Fachberichte, Kongreß-Haus

- A I Energieübertragung
- B I Elektromaschinenbau
- C I Meßtechnik I
- D I Elektrophysik
- E I Telegraphie u. Telephonie I

10⁰⁰ Vorstandssitzung, Rathaus, Senats-Saal11⁰⁰ Vorstandsratsitzung, Rathaus, Hansa-Saal15⁰⁰ Fachberichte, Kongreß-Haus

- A II Starkstromkabel
- B II Industrielle Antriebe
- C II Meßtechnik II
- D II Steuerung, Regelung u. Schutzschaltung I
- E II Telegraphie u. Telephonie II

20⁰⁰ Begrüßungsabend, Große Messehalle

Dienstag, den 24. Mai.

9⁰⁰ Fachberichte, Kongreß-Haus

- A III Schaltanlagen u. Schaltgeräte
- B III Elektrowärme
- C III Isolierstoffe
- D III Steuerung, Regelung und Schutzschaltung II
- E III Funktechnik

15⁰⁰ Mitgliederversammlung (Geschäftssitzung)
Gürzenich

1. Begrüßung
2. Geschäftliches
3. Hauptvortrag von Direktor Dr.-Ing. E. h. Rudolf Bingel VDE: „Die Elektrotechnik industrieller Anlagen“.

20⁰⁰ Gemeinsames Abendessen, Große Messehalle

Besichtigungen

Mittwoch, den 25. Mai.

9⁰⁰—13⁰⁰

1. Elektrizitätswerke der Stadt Köln
2. Felten & Guillaume Carlswerk AG., Köln-Mülheim, und
I. G. Farbenindustrie AG. Hochdruckkraftwerk Leverkusen
3. Fernsprechamt 1 Köln-Deutz
(auch für Damen)
4. Flughafen der Stadt Köln
(auch für Damen)
(für Ausländer nicht zugelassen)
5. Hochspannungs-Gesellschaft mbH. Köln-Zollstock
6. F. Klöckner KG., Köln-Bayenthal, und
Bonner Keramik AG., Bonn
7. Meirowsky & Co. AG., Porz am Rhein
8. Rhein. Elektr. Werke im Braunkohlenrevier
AG. Kraftwerk Fortuna mit Braunkohlengrube und Brikettfabrik, Quadrath bei Köln
9. Rhein. Draht- und Kabelwerke GmbH., Köln-Riehl, Ford-Motor-Company AG., Köln-Niehl
(auch für Damen)
10. Rhein. Westf. Elektr. Werk AG. Kraftwerk
„Goldenbergwerk“ Knapsack bei Köln
11. Rhein. Westf. Elektr. Werk AG. Hauptschaltstelle in Brauweiler bei Köln
12. Ringsdorf-Werke AG. Mehlem

Besichtigung nur für Damen

13. Johann-Maria-Farina, gegenüber dem Jülich-
platz, Köln
14. Ferd. Mühlens, Eau de Cologne- und Parf-
Fabrik Nr. 4711, Köln
15. Gebr. Stollwerck AG. Köln
16. Corn. Stüßgen AG. Köln (Lebensmittel-
Großhandel)

Gemeinsame Ausflüge und Besichtigungen

9⁰⁰—23⁰⁰

17. Bad Aachen: Stadtbesichtigung und Besichtigung der Elektrotechnischen Institute der Technischen Hochschule. Eisenbahnfahrt über Köln nach Königswinter a. Rh. — Abendessen auf dem Petersberg im Siebengebirge. Rückfahrt mit Dampfer nach Köln.
18. Langenberg im Rheinland: Besichtigung des Rundfunksenders. Autobusfahrt durch das Bergische Land über Schloß Burg zum Rhein. Rückfahrt von Königswinter mit Dampfer nach Köln.
19. Eifel-Ausflug (Autobus) über Zulpich zur Burg Nideggen und Ordensburg Vogelsang. (Besichtigung der Burgen.) Weiterfahrt durch die Eifel nach Königswinter (Rhein) und zum Petersberg im Siebengebirge. Rückfahrt mit Dampfer nach Köln.
20. Rheinausflug (Sonderzug) nach Königswinter. Von hier Rheinfahrt mit Dampfer (Kaffeetafel an Bord), Abendessen in einzelnen Gruppen an Land in Niederbreisig, Remagen, Rolandseck und Godesberg. Rückfahrt mit Dampfer nach Köln.

Tagungsabschluß mit gemeinsamer Rückfahrt aller Dampfer nach Köln. — Bei Ankunft Dom- und Rheinufer-Beleuchtung.

Veranstaltungen für Damen

Montag, den 23. Mai.

9¹⁵—12³⁰

Vortrag des Herrn Dr. Lempertz: „Die Hansestadt Köln, Stadtbild, Kunst und Kultur“ in der „Lese“ — anschließend Stadtrundfahrt mit Autobus.

15³⁰—18⁰⁰ Heiterer Nachmittag auf der Süner-Terrasse am Rhein.

Dienstag, den 24. Mai.

9¹⁵—12³⁰ Besichtigungen: Dom mit Domschatz, Haus der Rheinischen Heimat, Schützenmuseum.
14³⁰—17⁰⁰ Fahrt nach Schloß Brühl, Besichtigung des Schlosses und Parkes, Kaffeetafel mit Konzert.
Verband Deutscher Elektrotechniker
Der Geschäftsführer:
Blendermann

Bekanntmachung. Ausschuß für Maschinen.

Im Hinblick auf die internationalen Normungsarbeiten hat die Normgruppe „Maschinen“ bei der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie einen Entwurf zu einem neuen Normblatt

DIN VDE 2942 „Elektrische Maschinen. Wellenenden, Riemenscheiben, Befestigungsflansche. Zuordnung zu den Leistungen“

aufgestellt, der die Normblätter DIN VDE 2910, DIN VDE 2100 und DIN VDE 2700 sowie DIN VDE 2941 Blatt 1 und 2 ersetzen soll.

Der Entwurf sowie die Gründe, die zur Aufstellung des neuen Normblattes führten und die hierbei beachteten Gesichtspunkte werden nachstehend bekanntgegeben.

Einsprüche und Anregungen zu dem Entwurf sind in doppelter Ausfertigung bis zum 1. Mai 1938 an die Geschäftsstelle des VDE zu richten.

Verband Deutscher Elektrotechniker
Der Geschäftsführer:
Blendermann

Neuentwurf zu DIN VDE 2942 Elektrische Maschinen, Wellenenden, Riemenscheiben und Befestigungsflansche; Zuordnung der Leistungen.

Erläuterungen.

Die Fortschritte auf dem Gebiete der internationalen Normungsarbeiten, wie sie in der Neubearbeitung der zylindrischen Wellenenden (DIN 748) und in der ISA-Empfehlung Nr. 37 12 02 des ISA-Komitees 39 — Werkzeugmaschinen — für Befestigungsflansche vorliegen, machten es nötig, die Blätter DIN VDE 2910, Wellenstümpfe, DIN VDE 2100 und 2700, Zuordnung der Wellenstümpfe und Riemenscheiben zu den Leistungen und DIN VDE 2941 Blatt 1 und 2, Befestigungsflansche, neu zu bearbeiten.

Bei der Neubearbeitung wurde der Versuch gemacht, alle Angaben, die bisher auf den einzelnen Blättern verstreut waren, in einem Blatt zu vereinigen und in Übereinstimmung zu bringen. Aus diesem Grunde wurde das Blatt in vier Hauptgruppen gegliedert, und zwar:

1. Leistungsreihe
2. zugehörige Wellenenden
3. zugehörige Riemenscheiben
4. zugehörige Befestigungsflansche.

Eine Leistungszuordnung zu den Wellenenden und Riemenscheiben bestand schon in dem Blatt DIN VDE 2700. Dort hieß es aber: „Als feststehend gilt nur die Zuordnung der Wellenstümpfe und Riemenscheiben zu den stark umrahmten Nennleistungen.“ Daraus geht schon hervor, daß die Leistungszuordnung nur unter ganz bestimmten Voraussetzungen möglich ist. Es wurden deswegen auch im Kopf des ersten Teiles des neuen Blattes die Bedingungen aufgeführt, unter denen die Zuordnung als feststehend angesehen werden soll.

Für die Leistungsreihe diente das Blatt DIN VDE 2700 als Richtschnur. Es war aber nötig, für die Wellenenden von $D = 6$ mm und 8 mm Durchmesser zwei Leistungen neu anzufügen. Die kleinen Leistungen wurden etwas geändert und zwar:

Durchmesser D mm	Leistungen	
	bisher W	neu W
10	125	92 und 125
12	200	185 und 250
14	330	370
16	500	550
18	800	740

Durch diese Änderung wurden die Leistungen besser dem tatsächlichen Bedarf angepaßt.

Vom Durchmesser $D = 20$ mm ab blieben die Zuordnungen von DIN VDE 2700 beibehalten, bis auf das Wellenende von $D = 45$ mm Durchmesser, dessen Leistung neu dem Wellenende von 48 mm zugeteilt wurde, um einen Schönheitsfehler auszumergen.

Für die Wellenenden von $D = 40, 45$ und 50 mm, die in DIN VDE 2700 nicht enthalten waren, mußten Zwischenleistungen eingesetzt werden. Bei der Neubearbeitung der Blätter DIN VDE 2000, 2650 und 2651 sollen die in DIN VDE 2942 vorgesehenen neuen Leistungsstufen berücksichtigt werden.

Mit den feststehenden Werten für die Leistungszuteilung zu Wellenenden und Riemenscheiben ist also nichts Neues geschaffen worden, sondern gegenüber der alten Norm ist eine Erleichterung eingetreten, weil die Zuordnung über $W/n = 15$ nur als Richtwert anzusehen ist. Auf eine Tolerierung wurde verzichtet, weil die Zuordnung nur für die Normmaschinen nach DIN VDE 2000, 2650 und 2651 gilt und bei Abweichungen von den Normleistungen dem Hersteller keine Bindungen auferlegt werden sollten.

Die Maße für Wellenenden, Paßfedern und Nuten sind dem heutigen Stand der Normung angepaßt worden.

Bei den Riemenscheiben wurden die bereits für die Neuausgabe des Normblattes DIN 111 vorgemerkten geringeren Pfeilhöhen h angegeben und die Riemenbreiten entsprechend einem internationalen Normvorschlag, dem Deutschland zugestimmt hat, geändert. Diese Festlegungen sind jedoch noch nicht endgültig.

Um bei den kleineren Leistungen bei einer Wellenendenlänge auch eine Riemenscheibenbreite zu haben, wurden folgende Änderungen nötig:

Wellenende Durchmesser D mm	Riemenscheibe Durchmesser und Breite	
	bisher mm	neu mm
16	80 × 50	63 × 60
22	100 × 85	125 × 60
28	125 × 100	160 × 85
32	160 × 120	200 × 100

Für die Zwischenleistungen bei den Wellenenden von $D = 40, 45$ und 50 mm Durchmesser wurden die Scheiben der nächst größeren Leistungen eingesetzt, um nicht zuviel Stufen zu erhalten. Sonst entsprechen die Riemenscheiben dem Normblatt DIN VDE 2700.

Bei den Befestigungsflanschen entsprechen die Abmessungen der ISA-Empfehlung 37 12 02, die bis auf den Flansch $a = 230$ mm schon in der bisherigen Norm DIN VDE 2910 enthalten waren. Neu ist das Maß W , das die Lage des Wellenendes zum Flansch bestimmt. International sollen die Ausführungen A und B für die Reihe bis zu den kleinsten Flanschen gleichberechtigt sein. Da in Deutschland aber bisher für die kleinen Flanschen nur die Ausführung B genormt war und heute der Unterschied zwischen Ausführung A und B nur noch darin besteht, ob Durchgangsloch oder Gewinde benutzt wird, so wurde hier die bisherige deutsche Norm beibehalten.

Die Schrauben wurden entsprechend den Festlegungen der deutschen Elektroindustrie eingetragen. Weil aber der Werkzeugmaschinenbau nur mit metrischem Gewinde arbeitet, könnten sich Schwierigkeiten bei dem Flansch $a = 180$ in Ausführung B ergeben. Es wäre deshalb zu empfehlen, hier auf besondere Bestellung auch M 12 statt $\frac{1}{2}$ " Gewinde auszuführen.

Eine internationale Zuordnung der Leistungen zu den Flanschen mußte wegen der allgemein bekannten Schwierigkeiten zurückgestellt werden. Schon die Bemerkungen im Kopf des ersten Teiles weisen darauf hin, daß eine Leistungszuordnung nur unter ganz bestimmten engen Voraussetzungen möglich ist. Aber hier ist wohl ein Weg gesucht und gefunden worden, der sowohl dem Verbraucher als auch dem Hersteller elektrischer Maschinen Vorteile bieten dürfte. Wie das Maß i , das in der ISA-Empfehlung 37 12 02 nicht enthalten ist, erkennen läßt, gehört zu jedem Flansch nur ein i -Maß. Danach würde also unabhängig von den unter Umständen schwankenden Leistungen die Lage des Wellenendes zum Flansch stets gleich bleiben. Somit dürfte einem Austausch von Motoren mit gleichen Flanschabmessungen nichts mehr im Wege stehen.

W. Peineke.

Anwendung des noch nicht endgültigen Entwurfs auf eigene Gefahr.

Wellenenden, Riemenscheiben, Befestigungsflansche

621. 313

Elektrotechnik

DIN
Entwurf 1
VDE 2942

Die bildlichen Darstellungen sind für die Ausführung nicht verbindlich.

Leistungen

Die Leistungen gelten nur für Gleichstrommotoren nach DIN VDE 2000 und Drehstrommotoren nach DIN VDE 2850 und 2651 mit Kühlungsart R 11 nach DIN VDE 51.

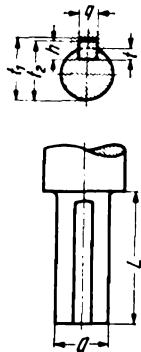
Als feststehend gilt nur die Zuordnung der Wellenenden, Riemenscheiben und Befestigungsflansche zu den angegebenen Leistungen und Drehzahlen bis $W/n = 15$.

Für W/n über 15 oder andere Drehzahlen und Kühlungsarten sind die W/n -Werte nur Richtwerte.

Bei Drehstrommotoren bedeutet n die synchrone Drehzahl.

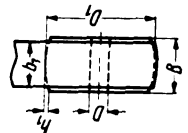
Zylindrische Wellenenden

zur Aufnahme von Riemenscheiben, Kupplungen und Zahnrädern
Auswahl aus DIN 748
Ersatz für DIN VDE 2010, 2100 und 2700



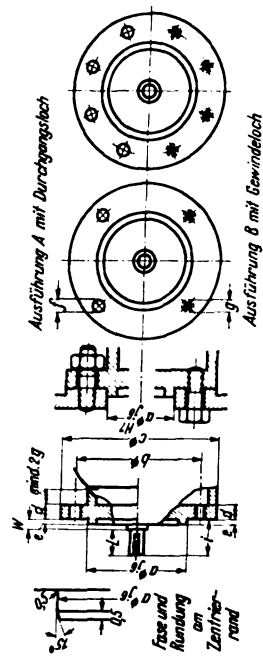
Riemenscheiben

Auswahl aus DIN 111
Ersatz für DIN VDE 2100 und 2700



Befestigungsflansche

Ersatz für DIN VDE 2941 Blatt 1 und 2



Drehmoment Watt n	Leistung kW	PS	Drehzahl n	D		Paßfeder nach DIN 289					D ISA- Lehre	D ₁	B	Prüfhöhe A ₁ zul. Abw. ± 0,5	Riemen- breite b ₁	a ₁ H 7 Sitz j 6	b	c	d	e	Schrauben		W (L + W)	i (L + W)	Form	
				ISA- Lehre	L	b × h	t	t ₁	t ₂	Anzahl											Gewinde Metrisch worth					
0,0125	0,037	1/16	3000	6	j 6	16	2 × 2	1,2	7	6,8	6	—	—	—	—	40	55	70	7	2,5	5,8	4	M 5	0	16	B
0,0307	0,092	1/4	1500	8	k 6	20	2 × 2	1,2	9	8,8	8	—	—	—	—	50	65	80	7	2,5	5,8	4	M 5	0	20	B
0,0613	0,25	3/8	750	10	k 6	25	3 × 3	1,8	11,4	11,2	10	50 ± 1	40-2	1	30	60	75	90	8	2,5	5,8	4	M 5	0	23	B
0,0833	0,37	1/2	500	12	k 6	30	4 × 4	2,5	13,7	13,5	12	50 ± 1	50-2	1	40	70	85	105	8	2,5	7,4	4	M 6	0	30	B
0,124	0,55	3/4	300	14	k 6	35	4 × 4	2,5	13,7	13,5	12	50 ± 1	50-2	1	40	70	85	105	8	2,5	7,4	4	M 6	0	30	B
0,167	0,75	1	1500	16	k 6	40	5 × 5	3	16,2	16	14	63 ± 1	50-2	1	40	80	100	120	8	3	9,5	4	M 6	5	35	B
0,247	1,1	1 1/4	1000	18	k 6	45	5 × 5	3	18,2	18	16	63 ± 1	60-2	1	50	95	115	140	10	3	9,5	4	M 8	5	45	B
0,367	1,5	2	750	20	k 6	50	6 × 6	3,5	20,7	20,5	18	80 ± 2	60-2	1	50	110	130	160	10	3	9,5	4	M 8	5	45	B
0,5	2,2	3	1500	22	k 6	55	6 × 6	3,5	22,7	22,5	20	100 ± 2	60-2	1	50	110	130	160	10	3,5	9,5	4	M 8	8	58	B
0,733	3	4	1000	25	k 6	60	8 × 7	4	28,2	28	23	125 ± 2	60-2	1	50	110	130	160	10	3,5	9,5	4	M 8	8	58	B
1	4,5	6	750	28	k 6	65	8 × 7	4	31,2	31	25	125 ± 2	85-2	1	70	130	165	200	12	3,5	11,5	4	M 10	8	68	B
1,46	6	8	500	30	k 6	70	8 × 7	4	33,2	33	28	160 ± 2	85-2	1	70	130	165	200	12	3,5	11,5	4	M 10	8	68	B
2,67	8	11	1500	32	k 6	80	10 × 8	4,5	35,7	35,5	32	200 ± 2	100-4	1	80	180	215	250	16	4	14	4	—	8	88	B
3,7	10	14	1000	35	k 6	85	10 × 8	4,5	38,7	38,5	35	200 ± 2	120-4	1,2	100	230	265	300	20	4	14	4	—	8	88	B
5	15	20	750	38	k 6	90	10 × 8	4,5	41,7	41,5	38	225 ± 3	120-4	1,2	100	230	265	300	20	4	14	4	—	8	88	B
7,33	20	27	500	40	k 6	100	12 × 8	4,5	43,7	43,5	42	250 ± 3	140-4	1,2	125	250	300	350	20	5	18	4	—	8	118	B
9,2	25	34	1000	42	k 6	110	12 × 8	4,5	45,7	45,5	42	250 ± 3	140-4	1,2	125	250	300	350	20	5	18	4	—	8	118	B
11	30	40	750	45	k 6	115	14 × 9	5	49,2	49	45	280 ± 3	170-6	1,2	140	350	400	450	22	5	18	8	—	8	118	B
13	35	46	500	48	k 6	120	14 × 9	5	52,2	52	48	280 ± 3	170-6	1,2	140	350	400	450	22	5	18	8	—	8	118	B
15	40	53	1000	50	k 6	130	14 × 9	5	54,2	54	50	320 ± 3	200-6	1,6	175	450	500	550	22	5	18	8	—	8	118	B
18,2	45	60	750	55	m 6	140	16 × 10	5	60,2	60	55	320 ± 3	200-6	1,6	175	450	500	550	22	5	18	8	—	8	118	B
22	50	67	500	60	m 6	150	16 × 11	6	65,3	65	60	360 ± 3	230-6	1,6	200	550	600	660	25	6	22	8	—	8	150	A
30	60	80	1000	65	m 6	160	18 × 11	6	70,3	70	65	400 ± 3	230-6	1,6	200	550	600	660	25	6	22	8	—	8	150	A
40	70	95	750	70	m 6	170	20 × 12	6	76,3	76	70	450 ± 3	260-8	2	225	680	740	800	25	6	22	8	—	8	150	A
50	80	108	500	75	m 6	180	20 × 12	6	81,3	81	75	500 ± 3	300-8	2	250	800	860	920	25	6	22	8	—	8	150	A
60,7	90	121	1000	80	m 6	190	24 × 14	7	87,3	87	80	560 ± 5	300-8	2	250	880	940	1000	30	6	25	8	—	8	180	A
80	105	141	750	85	m 6	200	24 × 14	7	92,3	92	85	630 ± 5	350-8	2,5	300	880	940	1000	30	6	25	8	—	8	180	A
106	125	167	500	90	m 6	210	28 × 14	7	97,3	97	90	710 ± 5	350-8	2,5	300	880	940	1000	30	6	25	8	—	8	180	A
133	145	194	1000	95	m 6	220	28 × 16	8	103,3	103	95	800 ± 5	400-10	2,5	350	880	940	1000	30	6	25	8	—	8	180	A
167	170	226	750	100	m 6	230	28 × 16	8	108,3	108	100	900 ± 5	400-10	2,5	350	1000	1080	1150	32	6	28	8	—	8	220	A
209	195	263	500	110	m 6	240	28 × 16	8	118,3	118	110	1000 ± 5	450-10	3	400	1000	1080	1150	32	6	28	8	—	8	220	A
250	220	295	1000	120	m 6	250	32 × 18	9	129,3	129	120	1120 ± 7	450-10	3	400	1000	1080	1150	32	6	28	8	—	8	220	A

Aus den VDE-Bezirken.

Bezirk Berlin-Brandenburg

Fachversammlung in Landsberg a. d. W.

am Freitag, dem 25. März 1938, 20⁰⁰, im Ratskeller, Richtstraße 3.

Vortrag des Herrn Dipl.-Ing. B. Stauch VDE, Berlin, über das Thema:

„Planungs- und Ausführungsfragen von Kondensatoranlagen zur Leistungsfaktorverbesserung.“

Besichtigung.

Am Freitag, dem 1. April, 15⁰⁰, findet eine Besichtigung des Feuerschutzmuseums der Feuersozietät der Provinz Brandenburg statt.

Näheres ist aus den Mitteilungen (Nr. 3) des VDE Bezirk Berlin-Brandenburg vom 3. März 1938 zu ersehen.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Allgemeine Elektrotechnik. Leiter: Dr.-Ing. V. Aigner VDE.

17. 3. 1938 Vortragsreihe: Relais in der Starkstromtechnik. 5. Abend: „Die Kennlinien des Distanzschutzes“ Vortragender: Obering. Dipl.-Ing. H. Neugebauer.

Elektrizitätswerke. Leiter: Oberingenieur Dipl.-Ing. B. J. v. d. Knebeck VDE.

18. 3. 1938 Vortragsreihe: Berechnung und Bau eines modernen Dampfkraftwerkes. 7. Abend: „Eigenbedarf“ Vortragender: Dipl.-Ing. B. Kretschmar VDE.

Elektromaschinenbau. Leiter: Ingenieur K. Bätz VDE.

21. 3. 1938 Vortragsreihe: Sonderausführungen elektrischer Maschinen. 4. Abend: „Elektrische Maschinen für die Kohle-Hydrierung“, Vortragender: Dipl.-Ing. H. Oschanitzky.

Fernmeldetechnik. Leiter: Obering. Dipl.-Ing. K. Wagner VDE.

22. 3. 1938 „Über Verzerrungen in der Übertragungstechnik“ (Kurzberichte).

Installationstechnik. Leiter: Dipl.-Ing. R. Schamberger VDE.

23. 3. 1938 Vortragsreihe: Schutzmaßnahmen in Niederspannungsanlagen. 2. Abend: „Beachtenswerte Gesichtspunkte bei der Heinisch-Riedl-Schutzschaltung“, Vortragender: Dipl.-Ing. W. Rothenburger.

Elektrophysik. Leiter: Dr.-Ing. F. Hauffe VDE.

24. 3. 1938 „Über die Elektrizitätsleitung in Halbleitern“, Vortragender: Dipl.-Ing. E. Weise.

Industrieanlagen. Leiter: Dr.-Ing. R. v. Meibom VDE.

25. 3. 1938 „Antriebstechnik in der Nahrungsmittelindustrie“, Vortragender: Dipl.-Ing. H. Klaus.

Sitzungskalender.

VDE, Bezirk Köln. 18. 3. (Fr), 20⁰⁰, bei Felten & Guilleaume Carlswerk A. G., Köln-Mülheim, Schanzenstr., Tor I: „Ein neuartiger Stoßspannungs-Prüfgenerator für Kabelzwecke und seine Anwendung“. Dr. K. Buß VDE. Anschl. Vorführung des Generators im Carlswerk.

VDE, Bezirk Mittelhessen, Frankfurt a. M. 23. 3. (Mi), 20⁰⁰, Kunstgewerbeschule: „Die Entwicklung der Freileitungsisolatoren“. Dr. v. Treufels VDE.

VDE, Bezirk Niedersachsen, Hannover. 22. 3. (Di), 20⁰⁰, T. H.: „Die Aufklärung des Störungsverlaufes an Hand von Relais- und Schnellschreiberangaben“. Dipl.-Ing. H. Neugebauer.

VDE, Bezirk Nordsachsen, Leipzig. 23. 3. (Mi), 20⁰⁰, Grassimuseum: „Entwicklung der Elektrizitätszähler“ (m. Lichtb.). Obering. H. Vogler VDE.

VDE, Bezirk Südsachsen, Chemnitz. 24. 3. (Do), 20⁰⁰, Städt. El.-W.: „Betrieb mit Oberleitungs-Omnibussen“. Obering. F. Eichelhardt.

VDE, Bezirk Thüringen, Erfurt. 18. 3. (Fr), 20¹⁵, Münchener Bürgerbräu: „Gemeinschaftsarbeit in der Elektrowirtschaft“. Obering. Lüder VDE.

VDE, Bezirk Württemberg, Stuttgart. 24. 3. (Do), 20⁰⁰, El. Inst.: „Probleme bei der Energieübertragung auf große Entfernungen“. Prof. Dr. Leonhard VDE.

VERSCHIEDENES.

BUCHBESPRECHUNGEN.

621. 39 (058)

Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens. Jahrgang 1937. Herausg. v. Oberpostrat Dipl.-Ing. F. Gladenbeck. Mit zahlr. Abb. u. 447 S. im Format 170×240 mm. Verlag für Wissenschaft und Leben Georg Heidecker, Berlin 1938. Preis geb. 22 RM.

In dem erstmalig hier vorliegenden Werk, das alljährlich wiedererscheinen soll, hat der Herausgeber es verstanden, mannigfache Teilgebiete des Fernmeldewesens gedanklich in Verbindung miteinander zu bringen. Das Werk bildet somit ein einheitliches Ganzes, in dem jeder Einzelaufsatz das Interesse für die folgende Arbeit weckt.

Ausgehend von der Entwicklung der Übertragungstechnik (F. Lüschen und K. Küpfmüller) werden der Einfluß dieser neuartigen Technik auf die Netzgestaltung (H. F. Mayer und W. Rabanus) und die vornehmlich daraus entstehenden Gegenwartsfragen der Fernsprechtechnik (K. Höpfner) behandelt. Neben der Technik bestimmen aber auch die Betriebsweisen des Ferndienstes die Netzgestaltung (H. Raettig). Wie die Fortschritte der Technik zu erhöhter Ausbreitung und Ausnutzung des Fernsprechers führen sollen (W. Pietsch), welche Rücksichten bei der Auslegung der Fernkabel im Hinblick auf ihre Übertragungseigenschaften genommen werden müssen (K. Herz und K. Vollmeyer), wird in den folgenden Arbeiten behandelt. Dann werden Fragen der Telegraphie (P. Storch), der Rundfunkleistungsübertragung (H. Ribbeck) in die Betrachtung einbezogen und Probleme der Rundfunkendetechnik erörtert (Schwundverminderung, H. Gerwig; Gleichwellenrundfunk, F. Vilbig). An die Rundfunkendetechnik schließt sich die Darstellung der Probleme des Rundfunkempfangs (F. Gerth) sowie eine Abhandlung über den Hochfrequenzdrahtfunk an (F. Gladenbeck und W. Waldow). Wird bei der Betrachtung dieses Gebietes auf die hochfrequente Ausnutzung normaler Fernsprechkabel eingegangen, so gewährt die folgende Arbeit über Breitbandkabel (G. Wuckel) Einblicke in die Theorie und Technik der Sonderkabel für die Übertragung extrem hoher Frequenzen, wie sie auch für die Übermittlung hochwertiger Fernsehendungen gebraucht werden. Damit ergibt sich von selbst der Übergang zu dem zeitgemäßen Gebiet des Fernsehens, das durch G. Flanze und A. Gehrts in einem besonderen Aufsatz besprochen wird.

Die Namen der in der Fachwelt bekannten Verfasser bieten die Gewähr für wissenschaftlich hochwertige Behandlung

des Stoffes. Das Buch ist in Druck, bildlicher Darstellung und Ausstattung mustergültig. Ein Geleitwort des Herrn Reichspostministers hebt die hohe Bedeutung des Fernmeldewesens hervor, dem die Stellung einer besonderen angewandten Wissenschaft von hohem Rang zukommt. Durch das Erscheinen des Buches wird eine fühlbare Lücke im Schrifttum auf diesem Gebiete geschlossen. ✓

Veranstaltungen anderer Vereine.

Deutsche Lichttechnische Gesellschaft, a) Bezirksgruppe München. 17. 3. (Do), 20⁰⁰, T. H.: „Aus der Arbeit neuzeitlicher Lichttechnik und über die Aufgaben der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft“ (m. Lichtb. u. Vorführ.). Prof. Dr.-Ing. R. G. Weigel.

b) Bezirksgruppe Frankfurt a. M. 23. 3. (Mi), 20⁰⁰, Kunstgewerbeschule: „Mensch und Verkehrsunfall“. Dr.-Ing. H. Lossagk.

c) Bezirksgruppe Essen. 24. 3. (Do), 17⁰⁰, Haus der Technik: „Grundlegende Erkenntnisse über das physiologische Sehen“ (m. Lichtb. u. Vorführ.). Prof. Schöberle.

d) Bezirksgruppe Karlsruhe. 24. 3. (Do), 20¹⁵, T. H.: „Mensch und Verkehrsunfall“. Dr.-Ing. H. Lossagk.

Berichtigung.

In der Zahlentafel 1 des Berichtes über den „Absatz elektrischer Haushaltgeräte in Deutschland“ in H. 51 der ETZ 1937, S. 1380, rechte Spalte muß es in der Spalte 1936 unter „Sonstige Elektrowärmegeräte“ heißen: 142 634
insgesamt: 2 431 914

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:

Dipl.-Ing. P. Jacottet VDE, Berlin-Spandau, Weverstr. 7b.

G. Schwabe, Bielitz (Polen), Postfach 94.

Ing. M. Schwaiger VDE, Nürnberg N, Obere Pirkheimerstr. 2111.

Abschluß des Heftes: 11. März 1938.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE

Zuschriften sind nicht an eine persönliche Anschrift zu richten, sondern nur an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und nur mit Genehmigung des Verfassers und der Wissenschaftlichen Leitung der ETZ gestattet.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

59. Jahrgang

Berlin, 24. März 1938

Heft 12

HEIM INS REICH!

An den Elektrotechnischen Verein in Wien

**Ergriffenen Herzens grüßen wir die Deutschen Österreichs
bei ihrer Heimkehr ins Reich.**

**Wir gedenken der unsagbaren Leiden unserer deutschen Brüder
in den langen Jahren eines zähen Kampfes
und stimmen in den Jubel über den errungenen Sieg begeistert ein.**

Ein Volk! Ein Reich! Ein Führer!

Berlin, 14. März 1938

Verband Deutscher Elektrotechniker

An den Verband Deutscher Elektrotechniker in Berlin

**Wir können für unsere Freude und Dankbarkeit dem Führer gegenüber
und für unsere Ergriffenheit noch keine Worte finden.**

Wir danken für Ihre herzlichen Grüße, die wir brüderlich erwidern.

Wir freuen uns auf die Ehre,

dem Verband Deutscher Elektrotechniker bald angehören zu dürfen.

Heil Hitler!

Wien, 16. März 1938

Sequenz

Marx

Beitrag zur Frage des Überspannungsschutzes von Stationen mit Kabelstrecken.

Von Karl Neuroth VDE, Breslau.

Übersicht. Der Schutzwert von Kabeln vor Durchgangs- und Kopfstationen wird in Abhängigkeit von der Kabellänge bestimmt. Eine Bilanz zeigt die geringe Energieaufnahme-fähigkeit der Kabel bei Gewitterüberspannungen. Die zusätzliche Verwendung von Überspannungsableitern vor oder hinter einem Kabel wird erörtert.

Schutz von Durchgangsstationen.

Den Untersuchungen über den Schutzwert von Kabeln gegen Gewitterüberspannungen wird eine Wanderwelle der Form

$$u = U e^{-t/R} \quad (1)$$

zugrundegelegt, wie sie in Abb. 1 dargestellt ist¹⁾. Den Schutzwert eines Kabels vor einer Durchgangsstation

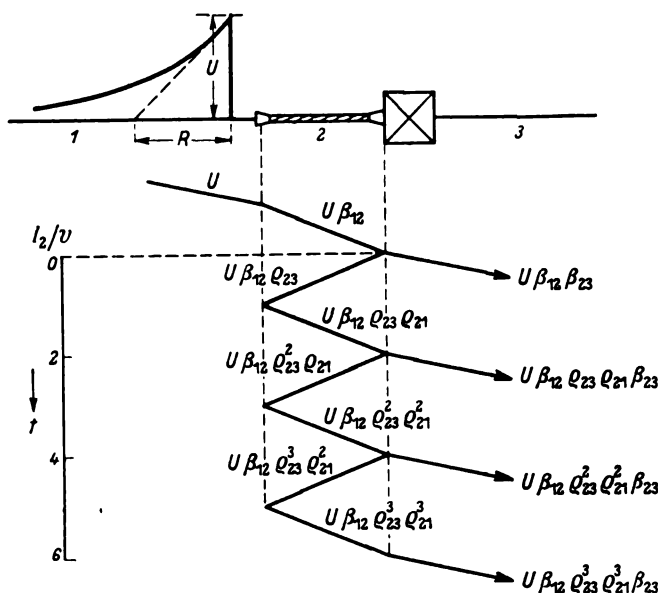


Abb. 1. Wanderwellen-Fahrplan für Anordnung eines Kabels vor einer Durchgangsstation.

kann man ermitteln, wenn man den Wanderwellenverlauf auf der Reihenschaltung Freileitung – Kabel – Freileitung betrachtet. Dabei wird in ungünstigem Sinne angenommen, daß der Wellenwiderstand der Leitungen in der Station ebenso groß sei wie derjenige der anschließenden Freileitung. Die aus der Ursprungswelle entstehenden Tochterwellen sind, soweit sie am Aufbau der Spannung in der Station beteiligt sind, aus dem Wanderwellenfahrplan in Abb. 1 zu entnehmen. Für die Brechungs- und Reflexionsfaktoren β und ϱ gelten die Werte:

$$\left. \begin{aligned} \beta_{12} &= \frac{2 \cdot Z_2}{Z_1 + Z_2}; & \beta_{23} &= \frac{2 \cdot Z_3}{Z_2 + Z_3}; \\ \varrho_{21} &= \frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2}; & \varrho_{23} &= \frac{Z_2 - Z_3}{Z_2 + Z_3}. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

In den Rechnungen wird $Z_1 = Z_3 = 500 \Omega$ und $Z_2 = 50 \Omega$ eingesetzt.

Die in die Station einziehenden Wanderwellen folgen einander jeweils mit einer Zeitstaffelung, die der doppelten Laufzeit einer Wanderwelle auf dem Kabel entspricht.

¹⁾ Der in Wirklichkeit endliche Anstieg der Stirn kann für einen großen Teil der Untersuchungen vernachlässigt werden, weil die Zeitkonstante der Stirn sehr klein ist. Deshalb wird das Spannungsmaximum einer Welle mit Berücksichtigung der Stirn praktisch genau so groß wie die Anfangsspannung nach Gl. (1).

621. 316. 93 : 621. 315. 2 + 621. 316. 26

Durch die Überlagerung der Wellen kommt in der Station ein Spannungsverlauf zustande, wie er in Abb. 2 dargestellt ist. Bei den getroffenen Annahmen ergibt sich der Höchstwert der Spannung in der Durchgangsstation zu:

$$u = U \beta_{12} \beta_{23} \frac{(\varrho_{21} \varrho_{23})^{n+1} - e^{-(n+1) \cdot 2 l_2 / v_2 R}}{\varrho_{21} \varrho_{23} - e^{-2 l_2 / v_2 R}} \quad (3)$$

Hierbei bedeuten: U Höchstwert der auf Leitung 1 einfallenden Überspannung in kV; l_2 Länge des Kabels in m; v_2 Laufgeschwindigkeit auf dem Kabel in m/μs; R Zeitkonstante des Rückens der einfallenden Überspannung in μs ($R = 72 \mu s$ für $T_H = 50 \mu s$); n Ordnungszahl der Tochterwelle, bei deren Auftreten das Spannungsmaximum erreicht wird,

$$n = -2 l_2 / v_2 R - \ln \varrho_{21} \varrho_{23} - \ln \left(1 - \frac{\varrho_{21} \varrho_{23} - e^{-2 l_2 / v_2 R}}{1 - e^{-2 l_2 / v_2 R}} \right) \quad (4)$$

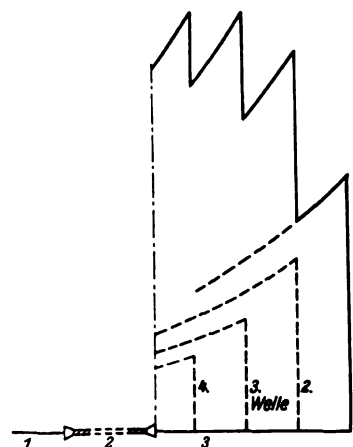


Abb. 2. Überlagerung der Wanderwellen in einer Durchgangsstation.

In Abb. 3 wird außerdem eine graphische Ermittlung des Spannungsmaximums angegeben. Die Augenblickswerte der Ursprungswelle und der aus ihr entstehenden Wellen sind auf der Abszisse abzulesen. Auf der Ordinate sind an Stelle der Zeitwerte die Lauf-längen auf dem Kabel eingetragen, wobei die Beziehung $t = 2 l_2 / v_2$ besteht. Durch die Wahl einer logarithmischen Teilung erhält man in der Darstellung einen geradlinigen Verlauf für die Zeitwerte aller Wellen. Unter Berücksichtigung der Angaben in Abb. 1 und in der Formel (2) ergeben sich für die einzelnen Wellen:

$$\left. \begin{aligned} 1. \text{ Welle: } u_1 &= 0,331 \cdot U e^{-2 l_2 / v_2 R}; \\ 2. \text{ Welle: } u_2 &= 0,222 \cdot U e^{-2 l_2 / v_2 R}; \\ 3. \text{ Welle: } u_3 &= 0,149 \cdot U e^{-2 l_2 / v_2 R} \text{ usw.} \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Für eine bestimmte Kabellänge erhält man die Summenspannung durch Addition der zueinander gehörigen Zeitwerte der einzelnen Wellen²⁾. Wenn man diese Addition für verschiedene Kabellängen durchführt, erhält man die in Abb. 3 auf der rechten Seite eingetragenen Kurven, die in Abhängigkeit von der Kabellänge die Werte der aufeinanderfolgenden Spannungsspitzen darstellen. Die Kurven der einzelnen Spitzen sind nur so weit gezeichnet, als die betreffende Spitze größere Werte gegenüber der vorhergehenden Spitze hat. Mithin stellt die Begrenzung der Kurvenschar in Abb. 3 das Spannungsmaximum dar, das bei den verschiedenen Kabellängen in der Durchgangsstation auftreten kann.

²⁾ Beispiel für $l_2 = 2 \text{ km}$. Die erste Spitze wird von der Grundwelle allein gebildet und beträgt $0,331 U$. Die zweite Spitze setzt sich zusammen aus dem Höchstwert der zweiten Welle $0,222 U$ und dem Wert, auf den die Grundwelle nach einer Zeit $2 l_2 / v_2$ abgeklungen ist (abzulesen auf der Ordinate bei $l_2 = 2 \text{ km}$: $0,230 U$); Gesamtwert: $0,452 U$.

Ist die Freileitung auf geerdeten Masten verlegt, so ist der höchstmögliche Wert der einfallenden Überspannung bestimmt durch die Stoßüberschlagspannung der Freileitung bei der betreffenden Polarität der Überspannung. Die in der Station auftretende Überspannung ergibt sich unmittelbar aus Abb. 3. Sind umgekehrt für

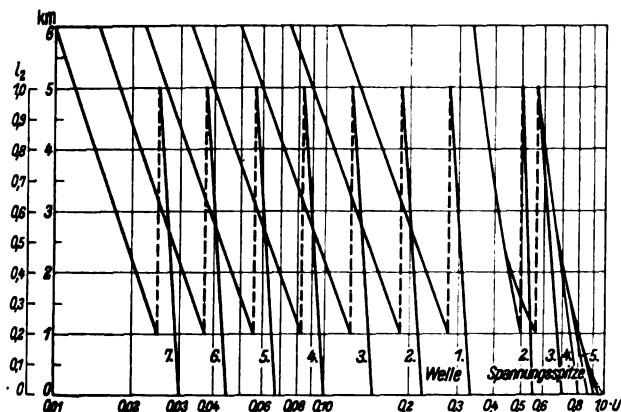


Abb. 3. Graphische Ermittlung der Summenspannung in einer Durchgangsstation für Wanderwellen $T_h = 50 \mu s$.

beide Polaritäten die kleinsten Stoßüberschlagspannungen der Station und der Freileitung vor dem Kabel gegeben, so kann man auch mit Abb. 3 ermitteln, welche Kabellänge erforderlich ist, um die Station genügend zu schützen³⁾.

Mündet an dem Kabelendmast eine Holzmastleitung, so gelten die vorstehenden Ausführungen nur dann, wenn wenigstens ein Mast in unmittelbarer Nähe des Kabelendmastes geerdet ist. Sollte dies nicht der Fall sein, so liegt die obere Grenze der Überspannungen, die für die Beanspruchung der Station maßgebend sind, viel höher. Für die Ermittlung dieser Grenze muß man berücksichtigen, daß die in Wirklichkeit auftretenden Überspannungen stets einen endlichen Anstieg der Stirn haben. In Abb. 4 ist die auf eine Übergangsstelle Freileitung-Kabel zueilende Stirn $\overline{OF}$ einer Wanderwelle dargestellt.

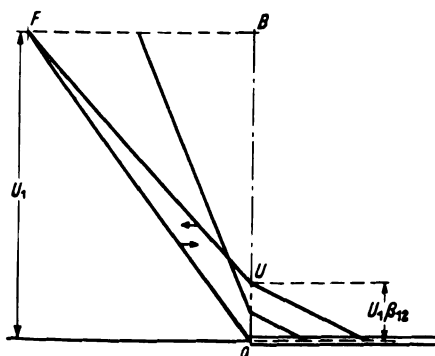


Abb. 4. Spannungsanstieg einer Wanderwelle mit schräger Stirn an einer Kabelüberführungsstelle.

Infolge der in die Freileitung zurücklaufenden Reflexionswelle kann die Spannung im Punkt O nicht höher ansteigen als auf $\overline{OU} = U_1 \beta_{12}$. Die größtmögliche Überspannung U_1 auf der Freileitung, die für die Station maßgebend ist, liegt nun durch die Stoßüberschlagspannung U_a der Isolation des geerdeten Kabelendmastes fest durch die Beziehung $U_1 \beta_{12} = U_a$. Den Schutzwert eines Kabels vor einer Durchgangsstation kann man auch in diesem Falle wieder an Hand der Abb. 3 untersuchen, wenn man

³⁾ Eine 10 kV-Eisenmastleitung sei mit Isolatoren HD 15 isoliert, deren positive Stoßüberschlagspannung 155 kV beträgt. Die Station sei nach Reihe 10 isoliert. Dann ist ihre kleinste Stoßüberschlagspannung gegeben durch den Wert für die Stütze bei positiver Polarität. Er beträgt 95 kV. Das Stoßisoliationsverhältnis ist somit 0,61. Aus Abb. 3 entnimmt man für diesen Wert eine erforderliche Kabellänge von 0,80 km.

als Stoßisoliationsverhältnis den Wert $U_{is} \beta_{12} U_a$ einsetzt. U_{is} ist die kleinste Stoßüberschlagspannung der Station, und für U_a ist der Wert gleicher Polarität einzuführen. Eine Nachprüfung der Verhältnisse zeigt, daß bei Holzmastleitungen vor dem Kabel der Schutz der Station nur durch die zusätzliche Verwendung von Überspannungsableitern erreicht werden kann.

Im Zusammenhang hiermit sei darauf hingewiesen, daß Kabel nicht wie eine konzentrierte Kapazität in der Lage sind, große Überspannungsenergien aufzusammeln. Dies kann man an Hand einer Energiebilanz nachweisen, die der Einfachheit halber für Rechteckwellen durchgeführt wird. Mit den Angaben des Energieverteilungs-

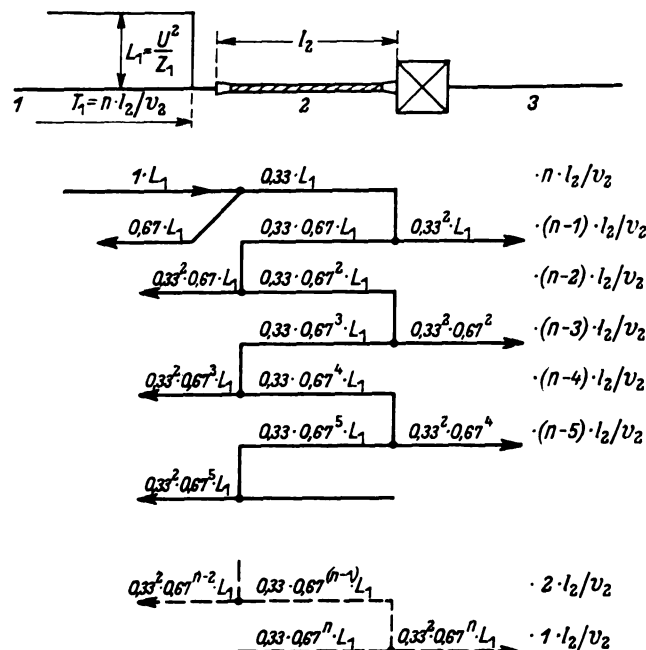


Abb. 5. Energieverteilung bei Anordnung eines Kabels vor einer Durchgangsstation.

planes in Abb. 5 ergibt sich folgende Verteilung der primären Wanderwellenenergie $L_1 T_1$: In die Leitung 1 strömt ein Energiebetrag zurück

$$E_{R1} = L_1 \frac{l_2}{v_2} \left[0,67n + 0,33^2 \left(\frac{0,67(n-2)}{1-0,67^2} - \frac{2(0,67^n - 0,67^{n+2})}{(1-0,67^2)^2} \right) \right]. \quad (6)$$

In die Leitung 3 zieht eine Energie ein

$$E_3 = L_1 \frac{l_2}{v_2} \left[0,33^2 \left(\frac{(n-1) - 0,67^{n+2}}{1-0,67^2} - \frac{2(0,67^2 - 0,67^{n+2})}{(1-0,67^2)^2} \right) \right]. \quad (7)$$

Das Kabel nimmt dagegen nur eine Energie auf

$$E_2 = L_1 \frac{l_2}{v_2} (1 - 0,67^{n+1}). \quad (8)$$

Für hinreichend große Werte von n (vgl. Abb. 5) absorbiert also das Kabel einen Betrag, der der Durchlaufzeit des Kabels entspricht. Zur weiteren Veranschaulichung ist in Abb. 6 der Energiefluß in Abhängigkeit von der Zeit für ein Kabel vor einer Durchgangsstation eingetragen.

Schutz von Kopfstationen.

Den Ermittlungen wird das in Abb. 7 dargestellte Leitungsschema zugrundegelegt. Eine Überspannung durchläuft die Reihenschaltung Freileitung, Kabel, Sammelschienen der Station und Transformatorwicklung. Den zahlenmäßigen Untersuchungen werden nachfolgende Werte für die Wellenwiderstände zugrundegelegt:

$$Z_1 = Z_3 = 500 \Omega; \quad Z_2 = 50 \Omega; \quad Z_4 = 5000 \Omega.$$

Nach dem Wanderwellen-Fahrplan in Abb. 7 erzeugt die durchlaufende Ursprungswelle am Übergang zum Transformator eine abklingende Wanderwellenschwingung⁴⁾. Dieser ersten Schwingung überlagern sich weitere Wanderwellenschwingungen, wenn die auf dem Kabel reflektierten Wanderwellen jeweils wieder an der Transformatorwicklung ankommen. Zusätzlich entsteht durch die in Abb. 7 gestrichelt gezeichneten Tochterwellen höherer Ordnung eine zusammengesetzte Schwingung, deren abklingender Verlauf aus dem gestrichelt gezeichneten Linienzug in Abb. 7 rechts zu ersehen ist. Auch diese Schwingung wiederholt sich mehrfach mit jeweils kleiner werdendem Anfangswert.

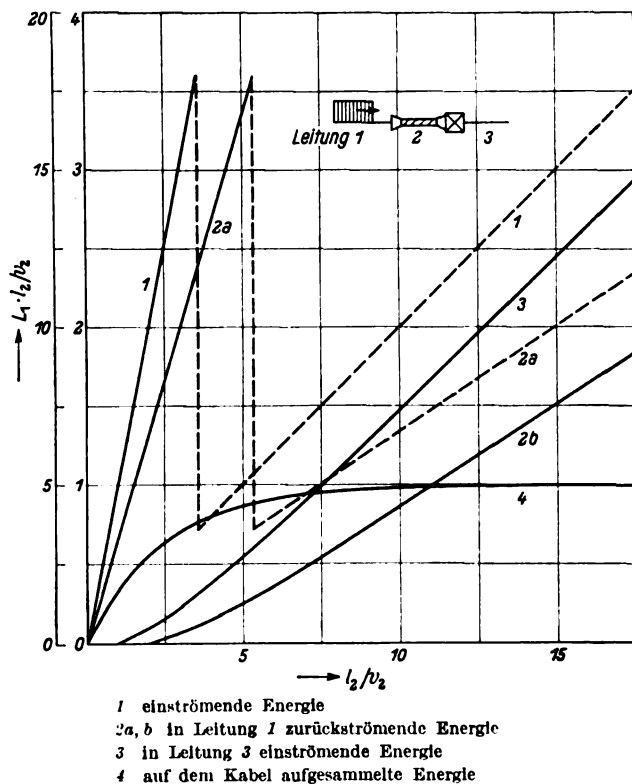


Abb. 6. Zeitlicher Verlauf des Energieflusses bei einem Kabel vor einer Durchgangsstation.

Um die Ermittlung des Schutzwertes von Kabeln vor Kopfstationen auf das bei Durchgangsstationen behandelte Problem zurückzuführen, werden an Stelle der in Abb. 7 dargestellten Wanderwellenschwingungszüge Ersatzwellen eingeführt, die durch die in Abb. 7 angekreuzten Punkte der Hauptschwingungszüge definiert sind. Hiermit wird auch in hinreichendem Maße der Einfluß der zusammengesetzten Schwingungen, die von den Tochterwellen höherer Ordnung stammen, berücksichtigt. Für die erwähnten Ersatzwellen gilt die Beziehung:

$$u_{\text{mittel}} = u_0 \left(\frac{e^{-(2n-1) \cdot 2 l_2 / v_2 R}}{e^{-2 l_2 / v_2 R} - Q_{34} Q_{32}} - \frac{(Q_{34} Q_{32})^{(2n-1)}}{e^{-2 l_2 / v_2 R} - Q_{34} Q_{32}} \right). \quad (9)$$

Hierin kann $e^{-2 l_2 / v_2 R}$ bei der üblichen Länge der Sammelschienen ohne großen Fehler gleich 1 gesetzt werden. Für u_0 sind folgende Werte einzusetzen:

1. Welle: $u_{01} = U \beta_{12} \beta_{23} \beta_{34}$,
2. Welle: $u_{02} = U \beta_{12} \beta_{23} \beta_{34} (Q_{23} Q_{21})$,
3. Welle: $u_{03} = U \beta_{12} \beta_{23} \beta_{34} (Q_{23} Q_{21})^2$ usw.

Das letzte Glied des Klammerausdruckes in Gl. (9) kann bei der graphischen Auswertung vernachlässigt werden, weil es in Abhängigkeit von n (Vielfaches der Zeiteinheit $2 l_2 / v_2$) sehr schnell auf vernachlässigbar

⁴⁾ Bei Stationen mit kleiner Länge der Verbindungsleitung zwischen Kabel und Transformator hat diese Schwingung eine sehr hohe Frequenz. Beispielsweise beträgt für $l_2 = 15$ m die Zeitdauer einer Halbschwingung $0,1 \mu\text{s}$.

kleine Werte abklingt. Bei der Ermittlung der Summenspannung aus den Einzelwellen muß allerdings jeweils für die letzte Wanderwelle, die bei der Summenbildung berücksichtigt wird, der dem letzten Glied der Gl. (9) entsprechende Wert in Rechnung gestellt werden.

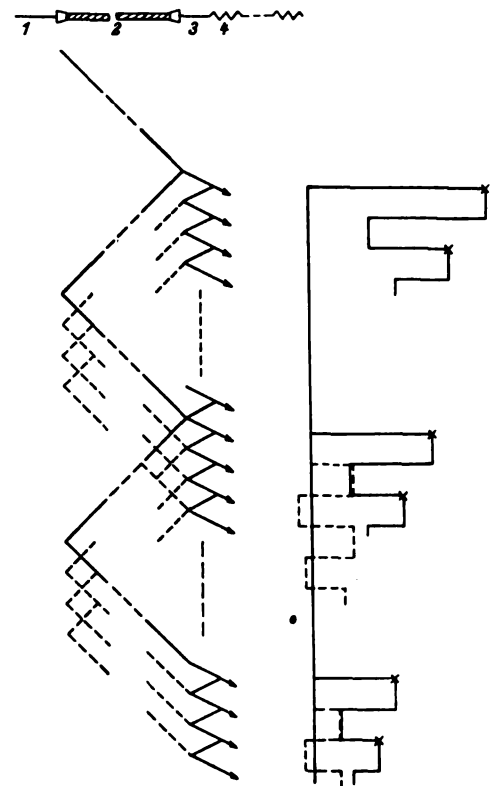


Abb. 7. Wanderwellen-Fahrplan für Anordnung eines Kabels vor einer Kopfstation.

Entsprechend Abb. 3 ist in Abb. 8 der zeitliche Verlauf der Ersatzwellen eingetragen. Außerdem sind aber noch die erwähnten Höchstwerte der einzelnen Wellen vermerkt, um die Berücksichtigung bei der Summenbildung nach den vorhergehenden Ausführungen zu ermöglichen. Da der Aufbau der Abb. 8 durch die Erläuterungen zu

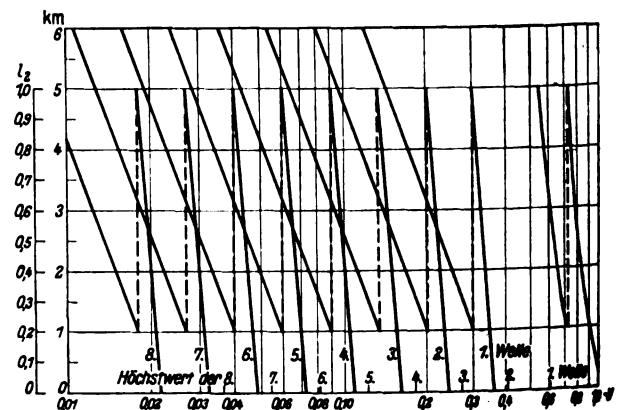


Abb. 8. Graphische Ermittlung der Summenspannung in einer Kopfstation für Wanderwellen $T_h = 50 \mu\text{s}$.

Abb. 3 bereits hinreichend erklärt ist, ist auf der rechten Seite von Abb. 8 nur der Höchstwert der Summenspannung in Abhängigkeit von der vorgeschalteten Kabellänge eingezeichnet. Hiermit kann dann der Schutzwert von Kabeln vor Kopfstationen genau so ermittelt werden wie bei Durchgangsstationen⁵⁾.

⁵⁾ Eine Eisenmastleitung vor dem Kabel sei mit Isolatoren HD 15 isoliert. Die positive Stoßüberschlagspannung ist 155 kV . Die Kopfstation sei nach Reihe 10 isoliert. Die kleinste Stoßüberschlagspannung der Station ist durch den Wert für die Stützer bei positiven Stößen gegeben. Das Stoßisoliationsverhältnis beträgt somit, wie bei dem früher gebrachten Beispiel, $0,61$. Aus Abb. 8 ermittelt sich die zum Schutz der Station erforderliche Kabellänge zu $3,1 \text{ km}$.

Entsprechend den Ausführungen über die Verhältnisse, die bei Durchgangsstationen mit Holzmastleitungen vor dem Kabel vorliegen, kann man auch betreffs der Kopfstationen mit einer Holzmastleitung vor dem Kabel aussagen, daß ein Schutz nur durch Verwendung von Überspannungsableitern erzielt werden kann.

Die Angaben der Abb. 3 und 8 sind naturgemäß nur als Richtlinien für den Schutz der Stationen durch Kabel gegen Gewitterüberspannungen zu bewerten. Die Rechnungen wurden für eine Halbwertdauer von $50 \mu s$ durchgeführt, um auch über dem Durchschnitt liegende Halbwertdauern der Wanderwellen zu berücksichtigen. Da die Dämpfung der Wanderwellen nicht in Rechnung gestellt wurde, ist der Schutzwert der Kabel etwas zu ungünstig berechnet. Infolgedessen liegt man auch bei Abweichungen der Kurvenform der in der Praxis auftretenden Wanderwellen von der Exponentiallinie mit den vorliegenden Ermittlungen des Schutzwertes auf der sicheren Seite.

Einbau von Überspannungsableitern vor Stationen mit Kabeln.

Wenn durch das einer Station vorgeschaltete Kabel kein genügender Schutz gegen Gewitterüberspannungen erzielt werden kann, müssen nach den vorstehenden Ausführungen Überspannungsableiter verwendet werden. Es ist nun die Frage zu klären, ob die Ableiter vor oder hinter dem Kabel eingebaut werden sollen. Ist die vor dem Kabel liegende Freileitung auf geerdeten Masten verlegt, so bleibt gemäß den Ausführungen zu Abb. 4 die Spannung an der Übergangsstelle auf einen ungefähren Wert $U_1 \beta_{12}$ beschränkt. Überschlüsse an dem Kabelüberführungsmast sind nicht zu erwarten, wenn die Isolation des Kabelendmastes (Isolatoren und Kabelendverschluß) nicht gerade schwächer ausgelegt ist als die der Freileitung. In diesem Falle kann man nach Belieben die Ableiter vor oder hinter dem Kabel anordnen.

Ist dagegen die Freileitung vor dem Kabel auf Holzmasten verlegt, so muß man die Isolation des Kabelüberführungsmastes durch Einbau von Ableitern an diesem Mast in den Schutzbereich mit einbeziehen. Bei einem derartigen Einbau wird mit Sicherheit auch die hinter dem Kabel liegende Station genügend geschützt, weil nach den vorhergehenden Ausführungen auch in Kopfstationen die Summenspannung höchstens ungefähr genau so groß wird wie die einfallende Überspannung. Diese wird aber durch den Ableiter auf seine für normale Isolationsverhältnisse ausreichende Begrenzungsspannung herabgesetzt.

Die an einem Kabelendmast eingebauten Ableiter müssen sehr gut geerdet werden. Die Erde des Kabelmantels allein hat, wie alle Strahlenerder, bei dem Durchgang hoher Blitzströme einen höheren Anfangswert als der Messung mit der Brücke entspricht. Infolgedessen kann bei einem Blitzschlag in der Nähe das Potential des Kabelendmastes samt den Leitungen auf für die Station hinter dem Kabel gefährliche Werte gehoben werden, wenn der Erdungswiderstand R des Mastes, der sich aus dem Anfangswert der Kabelerde und der Masterde selbst ergibt, nicht ausreichend klein ist. Eine genügende Sicherheit ist vorhanden, wenn bei Kopfstationen die Beziehung besteht:

$$u_a + iR \cdot (0,603) < U_s$$

und bei Durchgangsstationen

$$u_a + iR (0,331) < U_s.$$

Hierin bedeutet U_s die Stoßüberschlagsspannung der Station, u_a die Ansprechspannung der Ableiter und i den Strom in kA.

Zusammenfassung.

Durch Untersuchung des Wanderwellenverlaufes auf einem Leitungsgebilde Freileitung – Kabel – Freileitung wird die in einer Durchgangsstation mit vorgeschaltetem Kabel auftretende Gewitterüberspannung ermittelt. Der Zusammenhang zwischen der Höhe der Überspannung und der Länge des Kabels wird rechnerisch und graphisch festgelegt. In ähnlicher Weise wird durch ein Näherungsverfahren der Schutzwert von Kabeln vor Kopfstationen untersucht. Der Zusammenhang zwischen der Höhe der Überspannung in der Station und der Kabellänge kann graphisch ermittelt werden. Die zum Schutz von Durchgangs- und Kopfstationen gegen Gewitterüberspannungen erforderlichen Kabellängen schwanken je nach dem Isolationsverhältnis der Freileitung vor dem Kabel und der Station in weitem Bereich. Überspannungsableiter, die bei unzureichender Schutzwirkung der Kabel zusätzlich verwendet werden müssen, sind an dem Kabelüberführungsmast einzubauen, falls es sich um eine ungeerdete Holzmastleitung handelt. Bei Leitungen mit geerdetem Gestänge ist es jedoch gleichgültig, ob die Ableiter vor oder hinter dem Kabel angeordnet werden. — Ferner wird nachgewiesen, daß Kabel nicht in der Lage sind, einen erheblichen Betrag der über eine davorgeschaltete Freileitung einziehenden Wanderwellenenergie aufzunehmen.

Beitrag zur Bestimmung der Wirk- und Blindleistung beim unsymmetrischen Dreiphasensystem.

Von F. Punga VDE, Darmstadt.

621. 3. 016. 22 +. 25. 001 : 621. 316. 1. 025. 3

Übersicht. An Hand von einfachen geometrischen Konstruktionen wird die beim unsymmetrischen Dreiphasensystem auftretende Summe von Wirk- und Blindleistungen ermittelt.

In einem unsymmetrischen Drehstromsystem ohne Nulleiter mit sinusförmigen Spannungen und Strömen läßt sich die Summe der Wirkleistungen in einfacher Weise bestimmen, indem man die Ströme als Vektoren an den Eckpunkten des Spannungsdreiecks angreifen läßt (Abb. 1) und den Schnittpunkt O' zweier Geraden bildet, die durch die Ecken A_2 und A_3 senkrecht zu den Strömen $\mathfrak{I}_2$ und $\mathfrak{I}_3$ gezogen sind; dann ist die gesamte Wirkleistung gleich dem inneren Produkt $(O'A \mathfrak{I}_1)$.

Der Beweis¹⁾ ist sehr einfach. Es sei O der wirkliche (aber unbekannte) neutrale Punkt, dann ist

$$N_w = (\sum \overline{OA_i} \mathfrak{I}_i) = (\sum (\overline{OO'} + \overline{O'A_i}) \mathfrak{I}_i) = (\overline{OO'} \sum \mathfrak{I}_i) + (\sum \overline{O'A_i} \mathfrak{I}_i).$$

In dem letzten Ausdruck ist aber $\sum \mathfrak{I}_i = 0$, ferner $(\overline{O'A_2} \mathfrak{I}_3) = 0$ und $(\overline{O'A_3} \mathfrak{I}_2) = 0$; also $N_w = (\overline{O'A_1} \mathfrak{I}_1)$. Wird die Summe N_b der drei Blindleistungen verlangt, so erhält man in gleicher Weise

$N_b = [\overline{O'A_1} \mathfrak{I}_1]$, also das äußere Produkt von $\overline{O'A}$ und $\mathfrak{I}_1$, wo O' der Schnittpunkt von $\mathfrak{I}_2$ und $\mathfrak{I}_3$ ist.

Wenn $\mathfrak{I}_1$, $\mathfrak{I}_2$ und $\mathfrak{I}_3$ mechanische Kräfte darstellen, so ist N_b gleich dem resultierenden Kräftepaar oder gleich dem Drehmoment, das auf das Spannungsdreieck $A_1 A_2 A_3$ ausgeübt wird. Werden diese drei Kräfte um 90° gedreht, so erhält man ein Drehmoment, das die Summe der

¹⁾ Daß der neutrale Punkt beliebig in der Ebene verschoben werden kann, wurde zuerst von Blondel ausgesprochen. Das obige Verfahren der Darstellung der Wirkleistung wurde vom Verfasser in seinem Artikel „Anwendung der Graßmannschen linearen Ausdehnungslehre auf die analytische und graphische Behandlung von Wechselstromerscheinungen“. F. Punga: Z. f. El. (jetzt Elektrotechn. u. Masch.-Bau) Wien 1901, Heft 42 und 43 an Hand der Punktrechnung bewiesen.

Wirkleistungen darstellt. Dieses Ergebnis läßt sich allgemein auf ein n -faches Stromsystem ausdehnen.

Schneiden sich die drei an den Eckpunkten A_1 , A_2 und A_3 angreifenden Vektoren $\mathfrak{I}_1$, $\mathfrak{I}_2$, $\mathfrak{I}_3$ in einem Punkte, so ist die Summe der Blindleistungen gleich Null; und schnei-

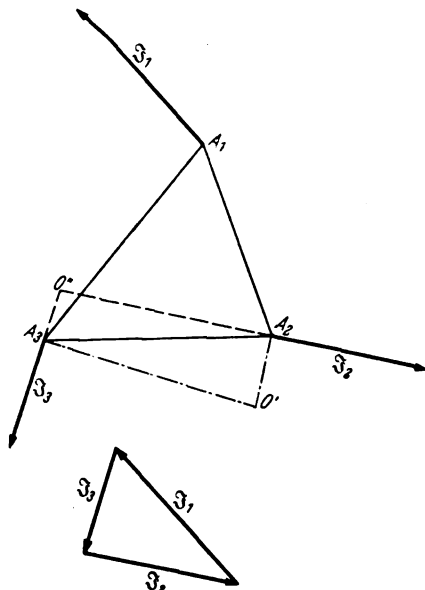


Abb. 1. Darstellung der Summe der am unsymmetrischen Dreiphasensystem auftretenden Blind- und Wirkleistungen.

den sich die um 90° gedrehten Stromvektoren in einem Punkte, so ist offenbar die Summe der Wirkleistungen gleich Null.

Einen extremen Fall erhält man, wenn sowohl die Summe der Wirkleistungen als auch die Summe der Blindleistungen gleich Null ist. Eine solche Belastung möge Dreiphasennulllast genannt werden. Offenbar müssen sich sowohl die drei Stromvektoren in einem Punkte schneiden als auch die um 90° gedrehten Stromvektoren. Abb. 2 stellt einen solchen Fall dar; O' und O'' sind die beiden Schnittpunkte. Die Stromvektoren ergeben, zu einem Dreieck zusammengesetzt, ein dem Spannungsdreieck $A_1A_2A_3$ ähnliches, aber mit gegenläufigem Sinne.

Der Beweis für diese Ähnlichkeit ergibt sich aus der Forderung, daß die Leistung des rechtsläufigen und des linksläufigen symmetrischen Dreiphasensystems zur Summe Null ergeben muß, daß also das Verhältnis dieser beiden Felder sowohl bei der Spannung wie beim Strome gleich und daß außerdem Gegenläufigkeit vorhanden sein muß²⁾. Tatsächlich schneiden sich die drei Vektoren in einem einzigen Punkte, auch wenn sie um einen beliebigen, von 0 und 90° verschiedenen Winkel gedreht werden. Der Schnittpunkt wandert dann auf dem dem Dreieck $A_1A_2A_3$

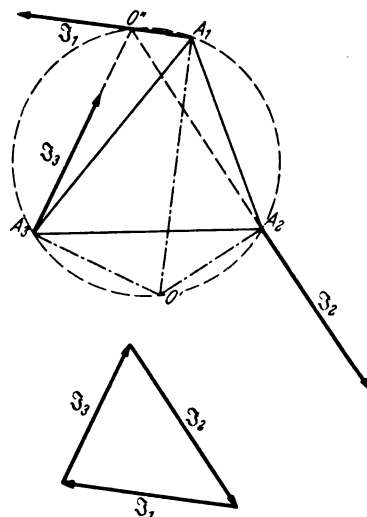


Abb. 2. Die Dreiphasennulllast, dadurch charakterisiert, daß sowohl die Summe der Blindleistungen als auch die Summe der Wirkleistungen gleich Null ist.

umschriebenen Kreise. Auch der umgekehrte Satz gilt: Schneiden sich die drei Vektoren in einem Punkte des dem Spannungsdreieck umschriebenen Kreises, so liegt Dreiphasennulllast vor.

Ist das Spannungsdreieck $A_1A_2A_3$ und einer der Vektoren, z. B. $\mathfrak{I}_1$, gegeben, so sind die beiden anderen Vektoren auch festgelegt, wenn eine Dreiphasennulllast vorliegt.

Dieser Vektor $\mathfrak{I}_1$ kann von den Blindbelastungen b_1 und b_2 der Spannungen A_2A_3 und A_3A_1 herrühren (s. Abb. 3) oder auch von den Wirklasten c_1 und c_2 , oder auch teilweise durch die einen und teilweise durch die anderen entstanden sein, wobei wir positive und negative Wirklasten zulassen müssen. Bei einer Dreiphasennulllast gibt es, soweit die Lage und Größe eines einzigen Vektors in Betracht kommt, keine Unterscheidung zwischen Wirk- und Blindlast.

Ist das Spannungsdreieck gleichseitig, so ist auch das Stromdreieck gleichseitig (nur gegenläufig). Denken wir uns eine solche Belastung an einen Generator angehängt; die Spannungen mögen der Nennspannung, die Ströme dem Nennstrom entsprechen, so entstehen im Eisen die normalen Eisenverluste, in der Ständerwicklung die normalen Kupferverluste.

Eine Einwirkung des Ankers auf das Feld findet bei Vorhandensein einer vollkommenen Dämpferwicklung nicht statt, wohl aber entstehen in letzterer ebensoviel Amperewindungen wie im Ständer; bei den praktisch

möglichen Dämpferwicklungen können die Verluste gleich oder höher sein als bei einer vollen symmetrischen Dreiphasenlast. Bei Maschinen ohne Dämpferwicklung werden empfindliche Störungen des Spannungssystems auftreten.

Berechnet man nun die Scheinleistung eines solchen Systems nach den Verfahren, die F. Emde³⁾ und

W. Quade für das Dreiphasensystem vorgeschlagen haben, so erhält man Null, entsprechend der Formel

$$N_{sch} = \sqrt{N_w^2 + N_b^2}.$$

Daraus erkennt man aber, daß die so definierte Scheinleistung mit der gebräuchlichen Anschauung nicht übereinstimmt. Man würde wohl eher geneigt sein, der oben beschriebenen Dreiphasennulllast die volle Scheinleistung zuzusprechen, weil ja in jeder Phase die volle Spannung und der volle Strom auftreten.

Zusammenfassung.

Der Schnittpunkt zweier an den Ecken des Spannungsdreiecks angreifenden Stromvektoren gestattet in Verbindung mit dem dritten Stromvektor eine einfache Bestimmung der Blindleistung des unsymmetrischen Dreiphasensystems. Werden die Stromvektoren um 90° gedreht, so erhält man in ähnlicher Weise die Summe der Wirkleistungen. Schneiden sich die drei Stromvektoren in einem Punkte des dem Spannungsdreieck umschriebenen Kreises, so liegt „Dreiphasennulllast“ vor, dadurch charakterisiert, daß sowohl die Summe der Blindleistungen als auch die Summe der Wirkleistungen gleich Null ist.

³⁾ Auch die von F. Emde in seinem Aufsatz: „Zur Definition der Scheinleistung und der Blindleistung bei ungleichmäßig belasteten Mehrphasensystemen“, Elektrotechn. u. Masch.-Bau 39 (1921) S. 545 angegebene Konstruktion der Scheinleistung führt zu Null, indem die beiden Winkel γ_1 und γ_2 gleich sind und mit entgegengesetztem Vorzeichen eingeführt werden müssen.

²⁾ Es läßt sich auch in einfacher Weise mit der elementaren Vektorrechnung beweisen.

Zur Frage niederfrequenter Rundfunkstörungen bei Gleichrichterspeisung.

(Mitteilung aus dem Reichspost-Zentralamt.)

Von Rudolf Moebes, Berlin.

621. 396. 823

Übersicht. In Gleichspannungsnetzen mit Gleichrichterspeisung treten häufiger niederfrequente Rundfunkstörungen auf. Die Stärke der Störungen ist einerseits von der Größe und Frequenzzusammensetzung der bei der Erzeugung bzw. Umformung der Netzspannung entstehenden Oberwellenspannung und andererseits von der Störempfindlichkeit der Rundfunkgeräte abhängig. Um einen Überblick über die in Gleichrichternetzen tatsächlich vorhandenen Wellenspannungen zu gewinnen, wurden in verschiedenen Gegenden Deutschlands an einer größeren Zahl von Gleichrichternetzen, die aus Sechssphasen-Gleichrichtern gespeist werden, Untersuchungen durchgeführt. Ebenso wurde eine größere Zahl von Rundfunkempfängern daraufhin untersucht, welche überlagerten Tonfrequenzspannungen in der speisenden Gleichspannung zulässig sind, ohne daß eine niederfrequente Störung im Lautsprecher hörbar wird. Über diese Untersuchungen und ihre Ergebnisse wird berichtet.

Gleichspannungsnetze führen in der Regel keine reine Gleichspannung, sondern enthalten auch eine überlagerte Wechselspannung, deren Größe und Frequenzzusammensetzung je nach der Art des Gleichstromerzeugers bzw. Umformers und nach dem Widerstand des Netzes verschieden ist. Besonders Netze, die durch Gleichrichter gespeist werden, weisen im allgemeinen eine größere Welligkeit auf. Die Zahl der Gleichspannungsnetze ist in verschiedenen Gegenden Deutschlands, z. B. in Bayern und Mecklenburg, vornehmlich in mittleren und kleineren Städten, recht beträchtlich. Der Einsatz von Gleichrichtern zur Erweiterung bestehender Netze hat in den letzten Jahren eine merkliche Steigerung erfahren. Die Gleichrichter übernehmen dann gewöhnlich den normalen Dienst, während die bisher benutzten Maschinen nur im Bedarfsfalle, beim Auftreten größerer Belastungen, verwendet werden. In vielen Fällen ist dabei das Lichtnetz als Dreileiternetz ausgestaltet, bei dem der Gleichrichter auf die Außenleiter arbeitet, während parallel zu ihm ein Spannungsteiler in Form eines Ausgleichs-Umformersatzes bzw. Gleichrichtersatzes oder auch einer Batterie liegt, von deren Mitte der Nulleiter abgenommen wird.

Im Anschluß an Gleichrichternetze zeigen Gleich- oder Allstromnetzempfänger oft einen Störton, der in Lautstärke und Klangfarbe dem Oberwellengehalt des Netzes entspricht und zum mindesten in den Pausen oder bei Pianostellen den Rundfunkempfang störend beeinträchtigt. Diese Störungen würden auch beim Übergang zu hochfrequentem Drahtfunk bestehen bleiben. Von dieser Störung werden nicht nur ältere und kleinere Empfänger betroffen, sondern man findet sie auch bei einer Anzahl neuerer Geräte vom Baujahr 1932/33 und später. Z. B. tritt beim VE 301 G, der ja in gewisser Hinsicht als Standardgerät anzusehen ist, die Störung häufig stark in Erscheinung. Rein technisch sind diese niederfrequenten Störungen nachträglich sowohl am Gleichrichter durch Einbau einer Glättungseinrichtung, bestehend aus Begrenzungs-drossel und Saugkreisen, als auch auf der Empfängerseite durch Vorschaltfilter hinreichend zu senken, es ist dies nur eine Frage des genügend großen Aufwandes an Siebmitteln. Zum Teil haben die Empfängerbaufirmen bereits seit längerer Zeit den Verhältnissen gerecht zu werden versucht, indem sie ihre Empfänger an als wellig bekannten Netzen oder an Gleichrichtern im Versuchsraum auf genügend geringe Störempfindlichkeit erproben. Teilweise wird auch von den Starkstromfirmen beim Aufstellen eines Gleichrichters von vornherein durch Einbau einer Kathodendrossel zur Herabsetzung der natürlichen Wellenspannung Wesentliches beigetragen, doch ist in dieser Hinsicht das Vorgehen bisher nicht einheit-

lich. Es gibt eine Reihe von Gleichrichternetzen, in denen keine oder keine nennenswerten niederfrequenten Störungen auftreten. Ihnen stehen andere, von Gleichrichtern gespeiste Versorgungsnetze gegenüber, aus denen Störungsmeldungen in größerem Umfange eingehen. Diese Verschiedenheit deutet darauf hin, daß die im Netz auftretenden Wellenspannungen in Größe und Frequenzzusammensetzung erhebliche Abweichungen zeigen können, wie auch andererseits die Möglichkeit besteht, daß einzelne Empfängerarten, die in dem Gebiet zufällig viel verwendet werden, eine besonders hohe Störempfindlichkeit aufweisen. Unter diesen Umständen erscheint es wünschenswert, eine Norm zu finden, die für die Netzseite eine höchstzulässige Welligkeit vorschreibt und für die Empfänger die Wellenspannungen festsetzt, welche noch ertragen werden müssen, ohne daß der Empfang dadurch gestört wird. Dabei muß ähnlich wie in der Fernsprechtechnik die Ohrempfindlichkeit berücksichtigt werden. Wegen der Frequenzkurve der Empfänger wird es u. U. richtig sein, die Bewertung der einzelnen Frequenzen für den Rundfunkempfänger etwas anders festzusetzen, als es sich in der Fernsprechtechnik als erforderlich erwiesen hat. Als Vorarbeit für eine derartige Normung wird es sich darum handeln, aus einer größeren Zahl von Messungen einen Überblick zu gewinnen, welche Wellenspannungen in der Praxis in Gleichrichternetzen durchschnittlich auftreten und welche Wellenspannungen bei den einzelnen Frequenzen in einer größeren Zahl gebräuchlicher Empfänger Störungen hervorrufen.

Zur Klärung dieser Fragen sollen die nachstehenden Ausführungen einen Beitrag liefern. Sie bringen die Ergebnisse von Messungen, die an einer Reihe von Gleichrichternetzen im Dienst durchgeführt wurden und einen Überblick über tatsächlich auftretende Wellenspannungen und ihre Frequenzzusammensetzung geben. Soweit wie möglich wurden dabei gleichzeitig bei Rundfunkteilnehmern Beobachtungen über das Auftreten von Störungen durchgeführt. Sie enthalten weiterhin aus einer großen Zahl von Messungen an vorjährigen Rundfunkempfängern im Prüfraum Zahlenwerte, welche Wellenspannungen im Durchschnitt von diesen Empfängern ohne Störung der Wiedergabe ertragen werden konnten.

Außerdem sei noch auf folgendes hingewiesen: Die Größe und Zusammensetzung der Wellenspannung von Gleichrichtern selbst ist aus zahlreichen Untersuchungen bekannt. In Zahlentafel 1 sind z. B. die Werte für den **Zahlentafel 1.** Rechnerischer Effektivwert der Oberwellenspannung bei voll ausgesteuerten Gleichrichtern und Leerlauf.

Frequenz Hz	Oberwellenspannung		
	in Prozent der Gleichspannung %	bezogen auf 220 V V	
sechshephasig			
300	4,05	rd. 9	Summe der Frequenzen 600 bis 1200 Hz 1,12% $\approx$ 2,5 V
600	0,99	rd. 2,2	
900	0,44	rd. 1	
1200	0,25	0,55	
zus.	4,2	rd. 9,3	
dreiphasig			
150	17,7	rd. 39	Summe der Frequenzen 300 Hz und darüber rd. 4,6% $\approx$ 10,2 V Summe der Frequenzen über 300 Hz rd. 2,15% $\approx$ 4,75 V
300	4,05	rd. 9	
450	1,77	rd. 3,9	
600	0,99	rd. 2,2	
750	0,63	rd. 1,4	
900	0,44	rd. 1	
1050	0,32	rd. 0,7	
1200	0,25	0,55	
zus.	18,3	rd. 40	

vollausgesteuerten Gleichrichter bei Leerlauf unter der Voraussetzung einer Sinusform der zugeführten Wechselspannung in Prozenten der Nennspannung und auch als Absolutwerte für 220 V Netzspannung aufgeführt. Verschiedene Anordnung der zum Gleichrichter gehörigen Regeleinrichtungen, Parallelarbeiten von Maschinen, Batterien oder weiteren Gleichrichtern, Verzerrung der Wechselspannungskurve, Netzverhältnisse, fehlerhaftes Arbeiten des Gleichrichters u. a. mehr können aber ohne Zweifel erhebliche Abweichungen der Wellenspannung von den normalen Werten im günstigen oder ungünstigen Sinne hervorrufen. Für das Auftreten von Störungen ist aber nur die durch Zusammenwirken aller Faktoren ins Netz hinausgehende Wellenspannung entscheidend. Daher erschien es notwendig und richtig, die Messungen ohne Untersuchung des Aufbaus der einzelnen Gleichrichterwerke an der Verteilungstafel vor dem Austritt ins Netz vorzunehmen. Demgemäß wurde auch im Rahmen dieser Messungen zunächst davon abgesehen, die Ursache für etwaige auffallende Werte der Wellenspannungen zu klären, vielmehr sollten rein statistisch unter genauer Darlegung des Meßverfahrens festgestellte Werte zusammengetragen werden.

Die Wellenspannung wurde gemessen mit einem Wechselspannungsmesser für Schwingungszahlen bis 10 kHz unter Vorschaltung eines Kondensators von 16 μ F. Vergleichsweise wurden nebeneinander Detektor- und Hitzdrahtgeräte mit einem inneren Widerstand von 2 bis 20 k Ω verwendet. Die Meßwerte stimmten, wie zu erwarten, innerhalb der Meßgenauigkeit der einzelnen Spannungsmesser überein. Bei dem im Verhältnis zum Spannungsmesserwiderstand geringen Widerstand des Kondensators liegt zumal bei der um etwa 90° verschobenen Phase der Teilspannungen tatsächlich die gesamte Wellenspannung auch bei den tieferen Frequenzen am Spannungsmesser.

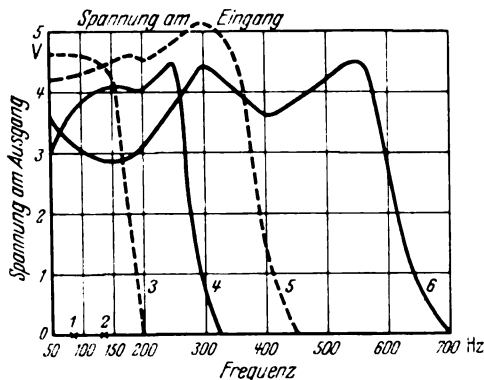


Abb. 1. Dämpfungskurven der Siebkette in den Schalterstellungen 3 bis 6 bei 600 Ω Abschlußwiderstand.

Die Wellenspannung wurde weiterhin mit einer Drosselkette zergliedert und in einem Oszillographen aufgezeichnet. Mit Rücksicht auf die Anpassung der Siebkette und die notwendige Stromentnahme für den Oszillographen wurde bei der Messung von Sechspan-Gleichrichtern der Widerstand des Spannungsmessers durch Parallelschalten eines ohmschen Widerstandes von 600 auf 200 Ω auf etwa diese Werte verringert. Die Änderung der angezeigten Wellenspannung durch diese Parallelschaltung betrug nur einige Prozent und war deshalb vernachlässigbar.

Die benutzte mehrgliedrige Siebkette gestattet, jeweils Frequenzen oberhalb einer bestimmten Grenzfrequenz stark zu dämpfen und damit bei nicht zu hoher Gesamtspannung tatsächlich abzuschneiden. Aus dem Unterschied bei den verschiedenen Einstellungen der Kette läßt sich dann die Frequenzzusammensetzung und der Anteil der einzelnen Frequenzen übersehen. Die Dämpfung der durchgelassenen Frequenzen ist von dem Abschlußwiderstand der Kette abhängig. Abb. 1 zeigt die Wirksamkeit der einzelnen Einstellungen der Kette bei 600 Ω Abschluß-

widerstand. Wenn bei sechspanigen Gleichrichtern bei Einstellung 4 im Verhältnis zur Gesamtspannung nur unwesentliche Restspannungen bleiben, so entspricht der Spannungswert der Stellung 5 dem Anteil der Frequenz 300 Hz mit einer Fehlermöglichkeit von höchstens 10%. Aus dem Unterschied des Quadrates der Gesamtwellenspannung U_g und des Anteiles der Frequenz 300 Hz erhält man dann den Gesamtanteil der höheren Frequenzen. Eine Errechnung des einzelnen Anteils dieser höheren Frequenzen selbst erschien zu unsicher, da schon kleine Meßfehler sich infolge der quadratischen Beziehungen sehr stark auswirken können. Die Ermittlung der beiden Anteile U_{300} und U_{rest} allein erscheint aber auch zur Beurteilung zunächst hinreichend.

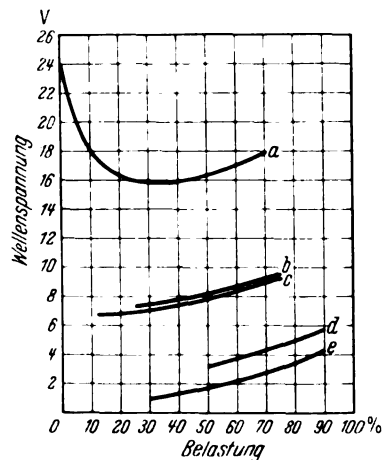


Abb. 2. Verlauf der Wellenspannung in Abhängigkeit von der Belastung bei verschiedenen nichtgittergesteuerten Gleichrichtern.

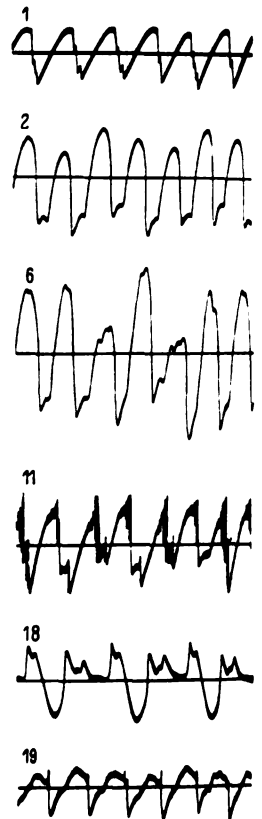


Abb. 3. Kurvenformen der Oberwellenspannung. (Die Zahlen entsprechen der lfd. Nr. in Zahlentafel 2.)

Zahlentafel 2 bringt eine Übersicht über die Meßergebnisse an Sechspan-Gleichrichtern. Bei der Beurteilung der Größe der Wellenspannungen muß die Abhängigkeit von der Belastung des Gleichrichters berücksichtigt werden. Es ergab sich die Möglichkeit, an mehreren nichtgesteuerten Gleichrichtern während ihrer Arbeit planmäßige Versuche über diese Zusammenhänge durchzuführen. Die Ergebnisse sind in Abb. 2 zusammengestellt. Es sei jedoch davon abgesehen, aus ihnen verallgemeinernde Schlüsse zu ziehen.

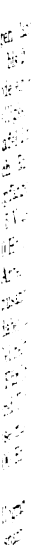
Von den gemessenen Oberwellenspannungen lagen etwa $\frac{2}{3}$ unter 8 V, als Höchstwerte wurden 15 bis 20 V gemessen. In zwei Fällen (lfd. Nr. 3 und 10) wurde ein bemerkenswerter Unterschied zwischen den Welligkeiten +/0 und 0/- festgestellt. Nach den in Zahlentafel 2 zusammengetragenen Beobachtungen ergeben sich Rundfunkstörungen in einer größeren Zahl von Empfängern, wenn die Oberwellenspannung die Größe von rd. 5 V überschreitet. Der Anteil der Schwingungszahl 300 Hz liegt dann in der Regel bei 4 bis 5 V, während der Anteil der höheren Schwingungszahlen 600, 900, 1200 Hz zusammen etwa 2 V ausmacht. Zu berücksichtigen ist dabei, daß gewöhnlich in dem Netz bis zum nächsten Teilnehmer noch ein gewisser Spannungsabfall stattfindet. Für Dreiphasen-Gleichrichter konnten noch nicht genügend Unterlagen zusammengetragen werden, die Verhältnisse müssen jedoch in bezug auf den Oberwellengehalt von 300 Hz und darüber etwa die gleichen sein.

Abb. 3 bringt eine Anzahl der mit dem Oszillographen aufgenommenen Kurvenformen der Oberwellenspannung.

tern be-
nur zu-
licht der
Frequen-
ns 100
ntwelle-
0 Hz es

ff

die Me-
des S-
des S-
des S-
des S-
des S-
des S-
des S-
des S-
des S-
des S-



20

11

100

Diese Überlegungen wurden bestätigt durch Versuchsmessungen am VE 301 G, wobei einmal der Empfänger ganz aus dem Netz gespeist wurde, während das andere Mal der Anodenkreis abgetrennt und aus Anodenbatterien gespeist wurde. Abb. 5 zeigt die Meßanordnung. Die Gleichspannung wird einer Akkumulatorenbatterie entnommen, die ihrerseits gegen das Eindringen der Wechselspannung durch Drosseln abgeriegelt ist. Dem Gleichstromkreis wird über einen Übertrager, dessen Sekundärseite in Reihe mit einem großen Kondensator von etwa $20\text{ }\mu\text{F}$ quer zu den Leitungen liegt, eine Tonfrequenzspannung einstellbarer Größe überlagert. Am Eingang des Empfängers werden die Gleichspannung mit einem hochohmigen Drehspulspannungsmesser und die überlagerte Wechselspannung mit einem durch einen Kondensator von $20\text{ }\mu\text{F}$ abgeriegeltes Detektorgerät gemessen. Am Lautsprecher des Empfängers wurde neben einem Hörvergleich die auftretende Tonfrequenzspannung ermittelt. In Abb. 6 ist das Meßergebnis in Kurvenform zusammengestellt. Für die Frequenzen 300 Hz und darüber ist selbst spannungsmäßig kaum ein Unterschied bei den verschiedenen Speisungen vorhanden, bei 150 Hz nähert sich der Unterschied mit wachsender Wechselspannung im Verhältnis 1 : 2, kann also bei den im Betrieb von Dreiphasen-Gleichrichtern vorkommenden Wellenspannungen vielleicht hörbar werden. Für die tieferen Frequenzen als 150 Hz ergaben sich meßbare Spannungen an Lautsprechern nicht (kleiner 0,2 V). Hörbar wurden 100 Hz

etwa ab 20 V Wechselspannung, 50 Hz überhaupt nicht. Danach kann angenommen werden, daß eine Beeinflussung des Anodenkreises durch die Welligkeit bei Sechssphasen-Gleichrichtern keine, bei Dreiphasen-Gleichrichtern keine große Rolle spielt.

Anders werden natürlich die Verhältnisse, wenn z. B. die Drosselspule infolge unglücklicher räumlicher Anordnung und mangelnder Schirmung auf Gitterleitungen einstrahlen kann; diese Möglichkeit ist jedoch beim neuzeitlichen Empfängerbau als wenig wahrscheinlich anzunehmen.

Das Eindringen der Störungen erfolgt demnach vornehmlich über den Heizkreis. Der Versuch zeigt, daß eine Beschaltung des Heizkreises beim VE 301 G mit einem allerdings sehr großen Kondensator von 40 bis 50 μF die Störimpfindlichkeit des Empfängers ganz beträchtlich herabsetzt. Empfänger mit direkt geheizten Röhren sind wesentlich störimpfindlicher als solche mit indirekt geheizten. Es sei die Frage offengelassen, welche Daten der Röhren für die Ausbildung des Spannungsunterschiedes

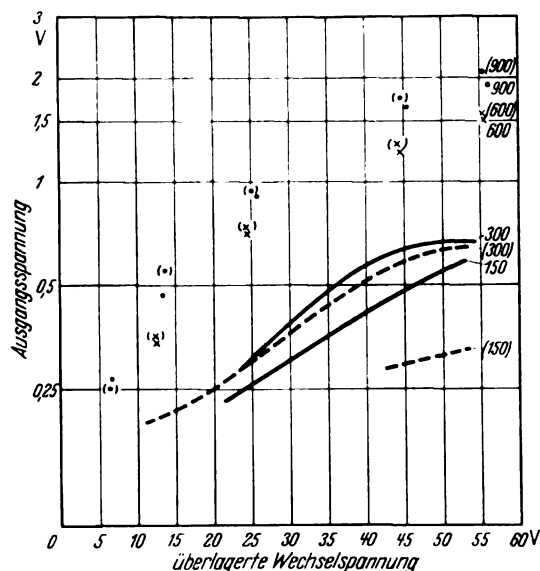


Abb. 6. Spannung am Lautsprecher des VE 301 G in Abhängigkeit von der netzzeitig überlagerten Wechselspannung bei den Frequenzen 150, 300, 600 u. 900 Hz, a) bei vollem Netzanschluß (obere Werte), b) bei Speisung des Anodenkreises aus Batterien (untere Werte).

zwischen Gitter und Kathode bestimmend sind. Auch die durch die Leitungsführung bedingte Schaltkapazität wird zu dem Auftreten der Störung beitragen. Daraus dürfte sich wohl auch die Erscheinung erklären, daß z. B. Volksempfänger verschiedener Firmen mitunter eine sehr verschiedene niederfrequente Empfindlichkeit aufweisen, und daß durch Röhrenaustausch diese Unterschiede nicht zu beseitigen sind. Zur Verminderung der Schaltkapazität wird die Anordnung des Gitters am Kopf der Röhre beitragen, indem sie eine im Vergleich zu früher weiter auseinanderliegende Leitungsführung gestattet. Die Beobachtungen bestätigen, daß die mit solchen Röhren ausgerüsteten neuen Empfänger eine geringere Störanfälligkeit zeigen, z. B. erträgt der VE 301 GW mit den neuen V-Röhren merklich höhere Wellenspannungen als der VE 301 G.

Um zu Zahlenwerten über die Wellenspannung bei den einzelnen Frequenzen zu kommen, die im Durchschnitt von den Empfängern noch ohne Störung ertragen werden können, wurden unter Benutzung der vorhin beschriebenen Meßschaltung (Abb. 5) eine größere Anzahl Allstromempfänger des Baujahres 1936/37 sowie einige Volksempfänger (Gleich- und Allstrom) untersucht. Für die Bewertung der sich ergebenden Störlautstärke wurden zwei Verfahren benutzt: einmal wurde mit Hilfe eines Geräuschmessers die subjektive Lautstärke in 50 cm Abstand vom Lautsprecher in Phon gemessen, das andere

Mal wurde durch verschiedene Versuchspersonen unabhängig voneinander die Wellenspannung der jeweiligen Frequenz bestimmt, bei der der Störton für das Ohr des Betreffenden unhörbar wurde. Der Abstand vom Lautsprecher betrug dabei ebenfalls etwa 50 cm. Die Streu-

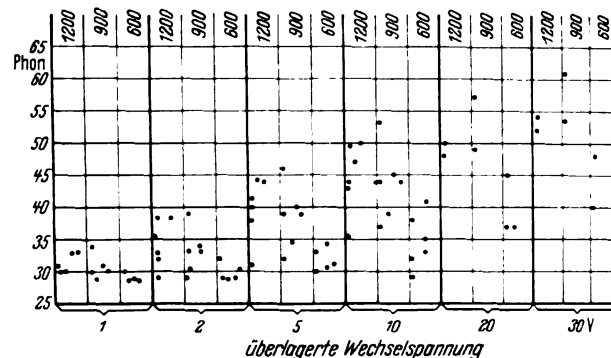


Abb. 7. Störlautstärke in Abhängigkeit von der überlagerten Wechselspannung bei verschiedenen Frequenzen.

ungen bei diesem letzten Verfahren waren bei den verschiedenen Versuchspersonen nicht größer als etwa 1:2. Die Ergebnisse decken sich mit denen des ersten Verfahrens, wenn man hier eine Lautstärke von rd. 30 Phon als zulässig ansieht, was den durchschnittlichen Raumverhältnissen entsprechen dürfte.

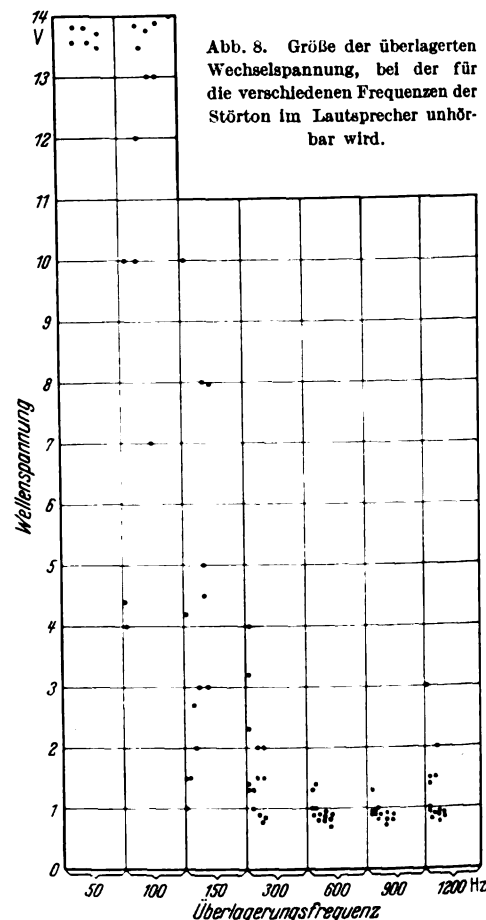


Abb. 8. Größe der überlagerten Wechselspannung, bei der für die verschiedenen Frequenzen der Störton im Lautsprecher unhörbar wird.

Die bei der Messung erhaltenen Werte sind in den Abb. 7 und 8 zusammengestellt. Aus Abb. 7 ist zu entnehmen, daß bei kleinen Wellenspannungen die lautstärkemäßigen Unterschiede zwischen 600 und 1200 Hz nicht sehr groß sind, daß sie aber bei zunehmender Wellenspannung stärker anwachsen. Grob geschätzt könnte man danach bei größeren Wellenspannungen ein notwendiges Spannungsverhältnis von 4:2:1 für 600, 900 und 1200 Hz für gleiche Störlautstärke annehmen. Abb. 8 läßt die Frequenzen 600 bis 1200 Hz etwa gleichwertig er-

scheinen, der Störton 600, 900 und 1200 Hz verschwindet für das Ohr des Beobachters im Durchschnitt, wenn die Spannung unterhalb von 1 V liegt. Bei 300 Hz ist dies etwa bei 1,5 bis 2,5 V der Fall, während bei 150 Hz die entsprechenden durchschnittlichen Spannungen bei 3 bis 5 V liegen. Bei 50 und 100 Hz trat im allgemeinen bei Spannungen über 15 V noch kein Störton auf. Als erträglich wird man nach diesen Untersuchungen beim Rundfunkempfang je nach der Empfindlichkeit des einzelnen Teilnehmers durchschnittlich die zwei- bis dreifachen Spannungswerte ansehen können.

Zusammenfassung.

Es ist wünschenswert, eine Norm zu finden, die einerseits in Gleichrichternetzen die höchstzulässige Welligkeit vorschreibt und andererseits die Wellenspannung festsetzt, bei der der Gleichstrom- oder Allstromempfänger noch störfrei arbeiten muß. Der Anteil der einzelnen Frequenzen muß dabei entsprechend der Ohrempfindlichkeit und der durchschnittlichen Verstärkungskurven verschieden bewertet werden. Die bei einer größeren Zahl von Gleichrichternetzen mit Sechssphasen-Gleichrichtern festgestellt-

ten Wellenspannungen liegen größtenteils zwischen 3 und 8 V, verschiedene Netze gehen aber auch merklich darüber hinaus. Nach gleichzeitig durchgeführten Beobachtungen bei Rundfunkteilnehmern ist bei den z. Z. benutzten Geräten mit Störungen in größerem Umfange zu rechnen, wenn die Wellenspannung etwa 5 V überschreitet. Der Anteil der Frequenz 300 liegt dann rd. bei 4 bis 5 V, der der höheren Frequenzen bei 2 V. Unter Berücksichtigung des Umstandes, daß zwischen Verteilungstafel und Teilnehmersteckdose noch ein gewisser Spannungsabfall eintritt, decken sich diese Werte ganz gut mit den im Prüfraum durchgeführten Empfängeruntersuchungen. Nach diesen kann im Durchschnitt bei neuzeitlichen Empfängern bei 300 Hz eine Wellenspannung von etwa 3 bis 8 V, bei höheren Frequenzen eine solche von 1,5 bis 3 V an der Teilnehmersteckdose ertragen werden. Bei älteren Geräten, beim VE 301 G sowie auch bei einigen anderen neueren Geräten hat man häufig bereits bei einer Wellenspannung von 3 bis 4 V in normaler Frequenzzusammensetzung, d. h. also an der unteren Grenze der genannten Werte, mit dem Auftreten merklicher niederfrequenter Störungen zu rechnen.

Zur Frage der rechnerischen Ermittlung von Überschlagsverzugs-kennlinien aus der Stoßkennlinie als Funktion der Halbwertdauer.

Von R. Elsner VDE, Nürnberg.

621. 3. 015. 33. 001. 1

Übersicht. Die verschiedenen Arten der gebräuchlichen Stoßkennlinien werden einander vergleichend gegenübergestellt, und die Möglichkeit zur Berechnung von Überschlagsverzugs-kennlinien für Wellen verschiedener Halbwertdauer aus der Stoßkennlinie als Funktion der Halbwertdauer wird untersucht.

Beim Vergleich von sog. Stoßüberschlagskennlinien von Isolatoren oder Luftstrecken ist streng darauf zu achten, daß nur Kennlinien miteinander verglichen werden dürfen, welche dieselben Meßgrößen in Abhängigkeit voneinander darstellen.

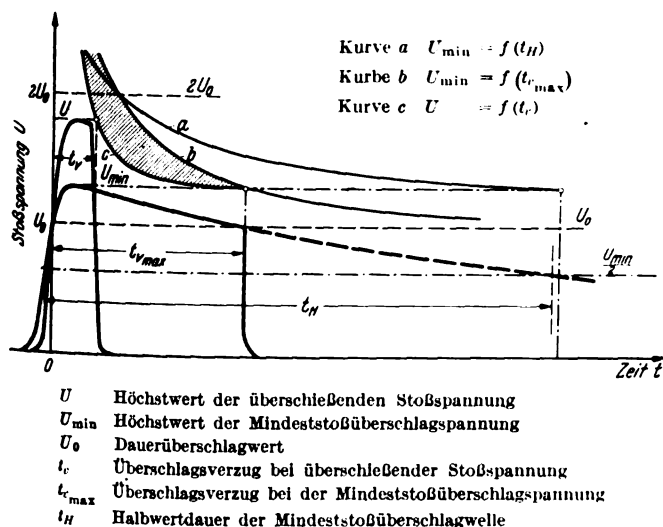


Abb. 1. Schematische Darstellung gebräuchlicher Arten von Stoßkennlinien.

Für praktische Zwecke ist in den meisten Fällen zwischen folgenden drei Arten von Kennlinien zu unterscheiden, die in Abb. 1 in den Kurven a, b und c schematisch dargestellt sind:

a) Die Kennlinie der Mindeststoßüberschlagsspannung $U_{\min}$ als Funktion der Halbwertdauer t_H .

Diese Kennlinie läßt sich durch Kugelfunkenstrecken-Messungen ohne Zuhilfenahme eines Kathodenstrahloszil-

lographen oder Zeittransformators¹⁾ auf einfache Weise ermitteln; ihr kommt jedoch keine eigentliche physikalische Bedeutung zu.

b) Die Kennlinie der Mindeststoßüberschlagsspannung $U_{\min}$ als Funktion des zugehörigen Überschlagsverzuges $t_{v_{\max}}$ für Wellen verschiedener Halbwertdauer t_H (Abb. 1). Diese Kurve hat unmittelbare physikalische Bedeutung. Sie verläuft durchweg steiler als Kurve a und schneidet diese Kurve für sehr kurze Stoßwellen, bei denen das Stoßverhältnis $U_{\min}/U_0$ über 2 steigt. Hierin bedeutet U_0 die zu der betreffenden Polarität gehörige Dauerüberschlagsspannung. An Stelle des Gleichspannungs-Überschlagwertes kann hierbei für technische Messungen mit genügender Genauigkeit der Höchstwert der Wechselüberschlagsspannung gesetzt werden, sofern es sich um einigermaßen symmetrische Elektrodenanordnungen handelt. Bei Durchführungen, bei denen der Überschlag als Gleitfunken erfolgt, ist stets für U_0 mit dem Wechselspannungs-Überschlagwert zu rechnen. Der Überschlagsverzug $t_{v_{\max}}$ ist die Zeit vom Erreichen des Dauerüberschlagwertes U_0 in der Stirn bis zum Überschlag. $t_{v_{\max}}$ läßt sich unmittelbar nur mit dem Kathodenstrahloszillographen oder dem Zeittransformator messen.

c) Die Kennlinie der Stoßüberschlagsspannung U als Funktion des Überschlagsverzuges t_v für bestimmte konstant gehaltene Halbwertdauer t_H , aber stetig gesteigerte Stoßspannung U (Überschießen). Es ist klar, daß diese Kennlinie für den Wert der Mindeststoßüberschlagsspannung $U_{\min}$ mit der Kurve b zusammentrifft. Je größer die Halbwertdauer t_H der dabei benutzten Stoßwelle ist, um so tiefer wird dieser Treffpunkt und damit auch die ganze Kennlinie c liegen.

Die praktisch möglichen Stoßüberschlagsspannungen und Überschlagsverzögerungen liegen sämtlich in einem Gebiet, das von der Kurve b als oberer Grenzkurve und etwa der in Abb. 1 gezeichneten Kurve c für 50 μ s-Welle als unterer Grenzkurve eingegrenzt wird, also in dem schraffierten Bereich der Abb. 1.

Die Ermittlung der Kennlinie c für U als Funktion des Überschlagsverzuges t_v ist ebenfalls nur mit dem Kathoden-

¹⁾ M. Steenbeck u. R. Strigel, Arch. Elektrotechn. 26 (1932) S. 831.

strahloszillographen oder mit dem Zeittransformator möglich. Dagegen läßt sich der Verlauf der Kennlinie b (Mindeststoßüberschlagspannung $U_{\min}$ in Abhängigkeit von dem Überschlagsverzugs $t_{v_{\max}}$) unter gewissen Voraussetzungen auch ohne Zuhilfenahme der letzteren Meßgeräte rechnerisch aus der durch Kugelfunkenstrecken-Messung ermittelten Kennlinie a für $U_{\min}$ als Funktion der Halbwertdauer ableiten:

Aus kathodenstrahloszillographischen Messungen geht nämlich hervor, daß bei der Mindeststoßüberschlagspannung der Überschlag im Mittel da eintritt, wo die Spannung im Rücken der Stoßwelle gerade den Wert der zu der betreffenden Polarität gehörenden Dauerüberschlagspannung U_0 erreicht. Nimmt man daher in erster Annäherung an, daß der Rücken der Stoßwelle nach einem Exponentialgesetz entsprechend der Beziehung

$$u = U_{\min} e^{-\frac{t}{T}} \quad (1)$$

verläuft, so gilt für die Zeit $t_{v_{\max}}$ bis zum Erreichen des Dauerüberschlagwertes U_0 im Wellenrücken die weitere Beziehung

$$t_{v_{\max}} = T \ln \frac{U_{\min}}{U_0} \quad (2)$$

oder mit

$$T \approx \frac{t_H}{\ln 2} = 1,44 t_H:$$

$$t_{v_{\max}} = 1,44 t_H \ln \frac{U_{\min}}{U_0}. \quad (2a)$$

Auf Grund dieser Beziehung ist es möglich, zu jedem Punkt ($U_{\min}, t_H$) der Kennlinie a den zugehörigen Punkt ($U_{\min}, t_{v_{\max}}$) der Kennlinie b zu berechnen. Voraussetzung ist dabei aber unbedingt, daß der Wert der Dauerüberschlagspannung U_0 für die betreffende Polarität genau bekannt ist. Ist das nicht der Fall, so ist auch eine Berechnung der oberen Grenzkennlinie Kurve b unmöglich. Aus dem Gesagten geht ferner hervor, daß keine allgemein gültige Beziehung zwischen $t_{v_{\max}}$ und t_H in Form eines festen Zahlenverhältnisses bestehen kann, da ja in Gl. (2 a) das Verhältnis $U_{\min}/U_0$ nicht nur für jeden Punkt einer einzigen Kennlinie, sondern auch für jede Isolatorentypen verschieden sein wird.

Die Berechnung der Kennlinie c scheitert vorläufig vollends daran, daß heute noch keine genügend sicheren quantitativen Angaben über die zur Vorbereitung des Stoßdurchschlags in jedem Falle erforderliche Ionisierungsarbeit vorhanden sind.

Zusammenfassung.

Es wird ein Weg gezeigt, wie sich die Kennlinie der Mindeststoßüberschlagspannung $U_{\min}$ als Funktion des größten Überschlagsverzuges $t_{v_{\max}}$ für Wellen verschiedener Halbwertdauer aus der Kennlinie der Mindeststoßüberschlagspannung als Funktion der Halbwertdauer ohne Zuhilfenahme eines Kathodenstrahloszillographen rechnerisch ermitteln läßt. Für die Kennlinie der Stoßüberschlagspannung U als Funktion des Überschlagsverzuges t_v beim Überschießen mit Wellen konstanter Halbwertdauer besteht diese Möglichkeit nicht.

Die Elektrotechnik auf der Internationalen Automobil- und Motorrad-Ausstellung Berlin 1938.

Von H. Hasse VDE, Berlin.

Übersicht. Die mit Akkumulatoren angetriebenen Fahrzeuge der diesjährigen Ausstellung werden beschrieben und sonstige Neuerungen, die die Elektrotechnik betreffen, erwähnt.

Der Überblick über die ausgestellten, elektrisch durch Sammler angetriebenen Fahrzeuge war dadurch erleichtert, daß ein Teil der Halle IV nur den Elektrofahrzeugen vorbehalten war. Hier zeigte die Bergmann Elektrizitäts-Werke AG., Berlin, ihre seit Jahrzehnten bewährten Fahrzeuge für den Nahverkehr. Bergmann baut seine Fahrzeuge für einen Fahrbereich von 60 bis 70 km mit einer einmaligen Aufladung der Batterie. Der Fahrbereich wird größer, wenn man die Beharrungsgeschwindigkeit kleiner wählt. Für den Nahverkehr mit sehr kurzer Haltestellenentfernung ist eine hohe Beharrungsgeschwindigkeit auch nicht nötig, da die eigentliche Fahrt nur aus Anfahrt und Bremsen besteht. Der Vorteil einer großen Höchstgeschwindigkeit, wie ihn die Fahrzeuge mit Ottomotor aufweisen, kann also gar nicht im Nahverkehr ausgenutzt werden; obendrein haben Elektrofahrzeuge gegenüber Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor den Vorzug der schnelleren Anfahrt, da sie kein Umschaltgetriebe benötigen. Versuchsfahrten durch Berlin haben dies eindeutig bewiesen¹⁾. — Das Anfahren bei den Bergmannwagen geschieht in fünf Stufen, von denen nur die erste nicht als Dauerstufe benutzt werden kann, da die in Reihe geschalteten Feldpole und beide Ankerwicklungen des Hauptstrommotors zwecks Begrenzung des Anfahrstromstoßes einen Vorwiderstand erhalten. Bei der nächsten Stufe fällt der Vorwiderstand aus; es ist die Dauerstufe, die die kleinste wirtschaftliche Geschwindigkeit gestattet und darum zu Bergfahrten benutzt werden kann. Die Fahrstellung 3 hat dieselbe Schaltanordnung wie

621. 3 : 629. 113 : 061. 4

Stufe 2, jedoch 50 % Feldschwächung. In der Fahrstellung 4 werden die Läuferhälften parallel geschaltet, während die Feldwicklungen hintereinander bleiben. In der Endstellung 5 werden auch die Feldwicklungen parallel geschaltet. Durch diese Reihen- und Parallelschaltung der Feld- und

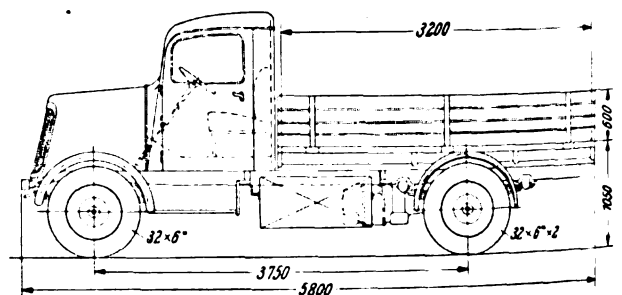


Abb. 1. Maßskizze eines 2,5-t-Elektrowagens mit Einmotorenantrieb.

Ankerwicklungen auf den letzten vier Stufen wird erreicht, daß die im Akkumulator aufgespeicherte Energie fast restlos nutzbringend angewendet wird, außerdem hat man den Vorteil, vier wirtschaftliche Geschwindigkeitsstufen zu haben. Als Ausführungsbeispiel sei hier in Abb. 1 die Maßskizze des BEL 2500 gezeigt, der bei einer Motorleistung von 7 kW und einer Kapazität der Batterie von 300 Ah mit einer Nutzlast von 2500 kg einen Fahrbereich von 60 km hat. Aus der Abbildung ist auch die Art der Aufhängung der Batterie zu ersehen: zwecks bequemen Auswechselns ist sie seitlich links und rechts des Wagens angebracht.

¹⁾ ETZ 57 (1936) S. 171.

Die Bleichert Transportanlagen G. m. b. H., Leipzig, baut für ihre Elektrowagen besonders leichte Fahrgestelle und bevorzugt den Mehrmotorenantrieb (Abb. 2). Die Abbildung zeigt das Fahrgestell eines Leichtbau-Stromwagens mit Schwingachsen für 4 t Tragkraft. Das verdrehungssteife Mittelrohr wird vorn von achslos aufgehängten Rädern und hinten von neuartigen parallelen Schwingkurbeln getragen. Der Motor ist zugleich Trag-

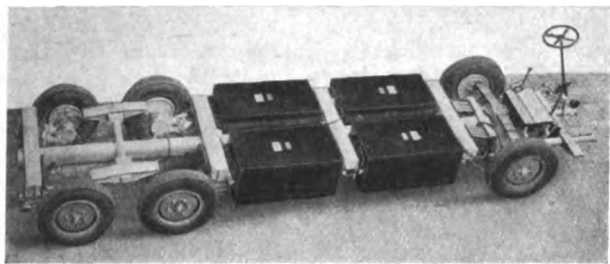


Abb. 2. Fahrgestell eines 4 t-Elektrowagens mit Einzelantrieb der vier Hinterräder.

organ: Motor, Triebwerk und Rad bilden die Schwingkurbel. Durch die ausgesprochene Leichtbauart der Bleichertwagen erreicht man erstens eine Ersparnis an Werkstoffen und zweitens einen größeren Fahrbereich mit einer Batterieladung.

Die Maschinenfabrik Esslingen, Eßlingen a. N., zeigte ihren EL 3501, der bei einem Nutzlastgewicht von 3500 kg und einer 40 Zellen-Batterie einen Fahrbereich von 70 km erreicht. Der Antrieb erfolgt mit nur einem Motor über einen Kegelradantrieb auf die Hinterachse. Der durch Knüppelhebel zu betätigende Fahrschalter besitzt vier Vorwärts- und zwei Rückwärtsgänge. Die Batterie hat, wie bereits durchweg üblich, ihren Platz zwecks schnellerer Auswechslung an den Seiten des Fahrgestells gefunden.

Mit mehreren Elektrowagen und einem Elektrokarren warteten die Hansa-Lloyd-Goliath-Werke, Bremen, auf. Der Antrieb erfolgt bei all diesen Fahrzeugen durch einen Motor, der über ein Differentialgetriebe sein Drehmoment auf die Hinterachse abgibt. Aus der Abb. 3 ist der Auf-

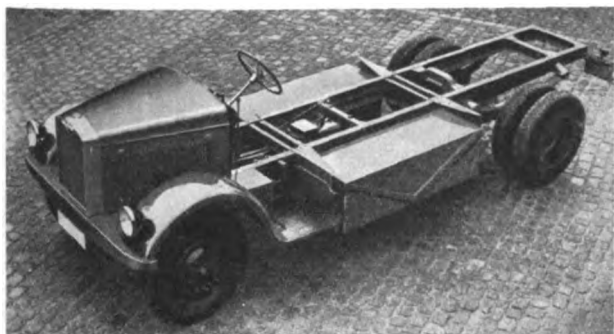


Abb. 3. Fahrgestell eines 3 t-Elektrowagens mit Einmotorantrieb der Hinterachse.

bau des Fahrgestells des EL 3 zu ersehen. Zum Bau ihrer Wagen benutzen die Hansa-Lloyd-Goliath-Werke mit Ausnahme des Motors, der Batterie und der Schaltanlage sämtliche Teile und die Aufbauten der Serienfabrikation der Diesel- und Benzinlastwagen. Es ergeben sich dadurch Vorteile in preislicher und betrieblicher Hinsicht.

Neue Wege bei der Durchbildung der Steuerung der Elektrowagen ist die im Vorjahr gegründete Firma Richard Talbot, Spezialfabrik elektrischer Lieferwagen, Berlin-Friedrichshagen, gegangen. Unter Benutzung herkömmlicher Normalteile des allgemeinen Automobilbaues ist die Steuerung so einfach wie möglich durchgebildet. Das Ein- bzw. das Ausschalten der Anfahrwiderstände

geschieht in der Regel mit einem von Hand oder Fuß betätigten Fahrschalter in Anlehnung an die Schaltbetätigung bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor. Talbot schaltet die Widerstände selbsttätig aus, der Anfahrvorgang geschieht also selbsttätig: ein Elektromagnet, der mit Steuerstrom betätigt wird, schaltet die Widerstände in mehreren Stufen in einer bestimmten einstellbaren Zeit aus. Zu diesem Zweck wird die Kraft des Elektromagneten durch einen Öldruckzylinder gedämpft. Die Betätigung des Wagens geschieht also wie folgt: Man schaltet mit einem am Schaltbrett angebrachten Schalter den Steuerstromkreis ein, der Magnet zieht an und schaltet die Vorschaltwiderstände allmählich aus, der Wagen setzt sich in Bewegung. Durch einen Fußhebel kann man nun den Hauptstromkreis unterbrechen, der Wagen läuft aus. Drückt man den Fußhebel noch weiter herunter bis zu seiner Endstellung, so wird die mechanische Bremse in Tätigkeit gesetzt. Läßt man den Fußhebel wieder los, so daß er in seine Anfangsstellung zurückgeht, so wird die selbsttätige Anfahrvorrichtung wieder in Betrieb gesetzt, der Wagen wird von neuem beschleunigt. Soll der Wagen angehalten werden, so schaltet man den Steuerstromkreis am Schaltbrett aus und setzt den Wagen mit der Handbremse still. Im Fahrzeug ist also nur ein Fußhebel vorhanden, der mit dem Ausschalter des Hauptstromkreises gekuppelt ist. Im Großstadtverkehr dürfte gerade diese Schalteinrichtung von großem Vorteil sein, da sie sehr einfach zu bedienen ist, so daß der Fahrer sein ganzes Augenmerk auf den Verkehr lenken kann. Das Fehlen der sonst üblichen Geschwindigkeitsstufen macht sich nicht bemerkbar, da der Fahrer den Wagen lediglich durch Betätigung eines einzigen Fußhebels vollkommen in der Hand hat. Nach Angabe des Herstellers haben Versuchsfahrten über längere Zeit ergeben, daß ein höherer Stromverbrauch als bei der bisher üblichen Steuerung nicht eintritt.

Im übrigen hält sich Talbot, wie schon oben erwähnt, an die herkömmliche Konstruktion. Ein Hauptstrommotor treibt über ein Differentialgetriebe die Hinterachse. Bei dem ausgestellten Wagen „Talbot 2500“ ist der Motor rd. 9 kW stark, er gibt dem beladenen Fahrzeug mit einer Batterie von 80 Zellen und 200 Ah einen Fahrbereich von 70 bis 80 km bei einer Beharrungsgeschwindigkeit von 26 km/h.

In den anderen Hallen der Automobilausstellung war wiederum die Elektrotechnik vielfach besonders in der Zubehörintustrie vertreten. Grundsätzliche Neuerungen gegenüber der vorjährigen Ausstellung sind nicht herausgekommen. Verbesserungen auch in bezug auf die Verwendung heimischer Werkstoffe waren wie allgemein²⁾ auch hier durchgeführt. Besondere Aufmerksamkeit erregte das elektromagnetische ZF-Getriebe der Zahnradfabrik Friedrichshafen. Hier ist ein gewöhnliches Getriebe mit elektromagnetisch betätigten einzelnen Lamellenkupplungen versehen. Die Kupplung beim Automobil fällt fort, weil der Fahrer durch einen Schalter am Steuerrad die Gänge einschalten kann. Der Leistungsbedarf dieses Getriebes beträgt rd. 15 W.

Die Zeiss Ikon AG., Dresden, zeigte ihren piezo-elektrischen Motorindikator, der die Beobachtung bzw. Aufzeichnung von Druck-Weg- bzw. Druck-Kurbelwinkel-Diagrammen schnellaufender Verbrennungskraftmaschinen gestattet. Der Druck im Zylinder wird durch die verstärkte Spannung eines Quarzkristalls dargestellt, die die Ablenkplatten eines Kathodenstrahl-Oszillographen steuert. Die Bewegung des Kolbens im Zylinder wird durch einen elektrischen Kolbenwegübertrager in entsprechende Schwankungen einer Gleichspannung umgewandelt und dem anderen Plattenpaar des Kathodenstrahl-Oszillographen zugeführt, so daß also auf dem Schirm des Kathodenstrahl-Oszillographen das gewünschte Diagramm entsteht.

²⁾ Siehe S. 318 dieses Heftes.

Die Internationale Automobil- und Motorradausstellung Berlin 1938.

Von W. Rödiger VDE, Berlin.

629. 113 : 061. 4

Übersicht. Über die auf der Autoausstellung gezeigte allgemeine Weiterentwicklung im Automobilbau wird berichtet sowie über neue Werkstoffe und über die Anpassung der Fernverkehrsfahrzeuge an die Verkehrsweise auf den Autobahnen.

Die diesjährige und bisher größte Automobil- und Motorradausstellung bot eine Fülle von kleinen, dem Laien oft unauffälligen, aber trotzdem vielfach sehr bedeutsamen Neuerungen, die einerseits aus dem allgemeinen Streben nach Verbilligung, Werkstoffersparnis, Gewichtserleichterung, Leistungssteigerung und Verlängerung der Lebensdauer, andererseits aus der Notwendigkeit der Anpassung an die Richtlinien des Vierjahresplanes und an den Autobahnverkehr entstanden sind.

Die Entwicklung im Personenwagenbau ist zum großen Teil durch das Bestreben gekennzeichnet, herstellungsmäßige Vereinfachungen und Verbilligungen zu erzielen. Daneben ist auch eine Verringerung der Typenzahl zu verzeichnen. Es werden jetzt vielfach die gleichen Motoren für verschiedene Personewagentypen und gleichzeitig auch für entsprechende Lastwagen, gegebenenfalls lediglich unter Veränderung der Verdichtung, der Zylinderköpfe und der Kolben, verwendet. Auch konnte man feststellen, daß bei verschiedenen Firmen einzelne Wagentypen heute schon im großen und ganzen aus vereinheitlichten Hauptteilen gebaut werden.

Unverkennbar war das Bestreben nach erhöhter Bequemlichkeit, leichter Bedienung und einfacher Wartung. Die Fähigkeit der Wagen, lange Zeit mit einer hohen Geschwindigkeit auf den Autobahnen zu fahren, wurde durch neuzeitliche Stromlinienform und durch Steigerung der Motorenleistung erreicht. Bei hochwertigen Wagen sah man eine Hinterachse mit zwei Untersetzungen, von denen die kleine für die schnelle Dauerfahrt auf den Autobahnen, die große auf Steigungen eingeschaltet wird, um dort bessere Zugleistungen zu erzielen.

Die Verwendung von deutschen Werkstoffen mit dem Ziel, devisaabhängige Werkstoffe zu sparen und den Leichtbau zu fördern, hat erheblichen Umfang angenommen. An Stelle der Chrom-Nickel-Stähle sind Chrom-Molybdän-Stähle getreten, an Stelle von Wolframstählen Vanadinstähle. Man sah Zylinderköpfe aus Aluminiumlegierungen, Gehäuse für Getriebe, Kupplungen und Kurbeln, ja sogar Zylinderblöcke aus Elektron, Silumin oder Aluminiumguß. Aus Leichtmetall waren auch Riemenscheiben, Saugleitungen, Lüfterflügel, Bremsbacken und zahlreiche andere Teile hergestellt. Rohrleitungen gab es auch aus synthetischem Kautschuk, Lagerschalen aus Bleibronze, an Stelle des zinnreichen Weißmetalls, Buchsen für Gestänge, Federaufhängungen und Lenkvorrichtungen aus dem Preßstoff Gerolith u. a. m. Kunstharz-Preßstoffe werden für Zahnräder, Beschläge, Türgriffe, Zierleisten und viele andere Zwecke verwendet.

Im Nutzwagenbau strebt man nach gesteigerten Leistungen und vergrößerter Lebensdauer. Der Dieselmotor wird für Typen von drei und mehr Tonnen Nutzlast fast überall verwendet. Die Entwicklung des Dieselmotors im Hinblick auf Leistungssteigerung, Verkleinerung des Leistungsgewichtes und Erhöhung der Laufgeschwindigkeit war bei allen Herstellerfirmen festzustellen. Man vermag den Dieselmotor heute auch auf feste und gasförmige Treibstoffe, ja sogar auf Flüssiggas umzustellen. In diesem Zusammenhang sei als Besonderheit der Hulsebos-Verbrennungsmotor erwähnt, bei dem die Bewegung der Kolben von parallel zur Kurbelwelle angeordneten

Zylindern mittels eines sog. Taumelgliedes auf die Kurbelwelle übertragen wird.

Die Ausgestaltung der Omnibusse zielt auf Fahr-sicherheit, Bequemlichkeit der Fahrgäste und mögliche Geräuschfreiheit hin. Unter den geländegängigen Wagen waren solche mit Vier-, Sechs- und Acht-Radantrieb vertreten, auch einen vierachsigen Großraum-Lastwagen sah man, bei dem die vier Räder der vorderen Achsen parallel gelenkt werden. Vorherrschend bei den geländegängigen Wagen ist das Fünfganggetriebe, das in einigen Fällen noch durch einen Berggang und einen Schnellgang vermehrt wird. Zugmaschinen waren verhältnismäßig zahlreich und in den verschiedensten Größen zu sehen. Zum Antrieb werden vorwiegend Dieselmotoren verwendet. Die Entwicklung teilt sich nach zwei Richtungen: Straßenschlepper und Ackerschlepper. Straßenschlepper mit offenem und geschlossenem Führersitz werden neuerdings auch für verhältnismäßig hohe Geschwindigkeiten (40 bis 50 km/h) gebaut. Die Entwicklung des Acker- oder Bauernschleppers geht dahin, ihn zu einer Universalmaschine zu machen.

Unter den ausgestellten Motorrädern erregten die Maschinen mit Hinterradabfederung berechtigtes Aufsehen. Die Hinterradabfederung ist aus dem Rennradbau in den Serienbau übernommen worden, um eine bessere Straßenlage, eine größere Sicherheit und mehr Bequemlichkeit für den Fahrer zu erzielen.

Einen breiten Raum nahm die Werkstoffschau ein, in der zahlreiche Einzelteile des Fahrzeugbaues aus deutschen Werkstoffen gezeigt wurden, und die Kraftstoffforschung. An dem Schnittmodell eines Gebrauchswagens waren alle Teile, die durch deutsche Werkstoffe ersetzt werden können, kenntlich gemacht.

Des weiteren sah man eine Schau des Kraftfahrhandwerkes, in der an praktischen Beispielen die Aufgaben des Kraftfahrhandwerkes gezeigt wurden, und eine Lehrschau des NSKK mit Lehrmodellen und einem Schulungswagen für Verkehrserziehung, die sog. fahrbare Verkehrsschule. Die Reichsbahn zeigte neben mehreren Dieselmotoren für Triebwagen ein neuzeitliches Flüssigkeitsgetriebe und einen dreiachsigen Schlepper für schwerste Straßentransporte mit einem 180 PS-Dieselmotor, 12 000 kg Zugkraft, 20 km/h Geschwindigkeit und einer Motorwinde für 5000 kg Zugkraft. Die Reichspost war u. a. mit einem Raupenomnibus zur Fahrt in die Sportgebiete vertreten. Die Wehrmacht hatte einen Kraftwagenwerkstattzug zusammengestellt, bestehend aus einem Werkstattwagen, einem Werkstattgerätewagen und einem Einachsanhänger mit einem 15 kW-Maschinensatz. Außerdem zeigte sie zwei Raupenschlepper, einen Tiefladeanhänger mit ausfahrbarem lenkbarem Hinterwagen von 20 t Tragfähigkeit und drei Panzerwagen.

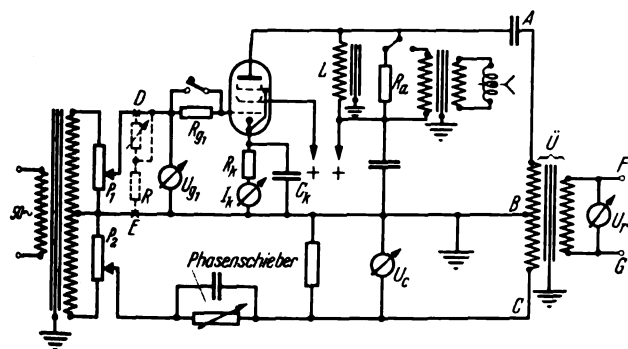
Für die weitere Entwicklung im Bau von Automobilen werden in den nächsten Jahren im wesentlichen die Probleme maßgebend sein, die sich aus der vermehrten Verwendung von heimischen Werkstoffen und Leichtmetallen (Kunstharz, Aluminium, Magnesium) und aus den großen Dauergeschwindigkeiten auf den Autobahnen ergeben. Daneben wird die Verfeinerung der Ausführung und Einrichtung eine Rolle spielen. Es hat den Anschein, als ob grundsätzliche konstruktive Neuerungen vorerst nicht mehr die ruhige Entwicklung der Herstellung und des Verkaufs aufhalten oder unterbrechen werden. Mit dem Erscheinen des Volkswagens wird anderen breiteren Käuferschichten der Erwerb eines Kraftwagens ermöglicht.

RUNDSCHAU.

Geräte und Stromrichter.

621. 396. 64 : .8. 08 **Verfahren zur Prüfung größerer Stückzahlen von Endröhren mit selbstabgleichender Klirrfaktorbestimmung.** — Die geforderte Steigerung der Wiedergabegüte von Rundfunkgeräten verlangt neben anderen einwandfreien Aufbauteilen insbesondere verzerrungsfreie Endröhren. Die Bedingungen für den inneren Aufbau einer Röhre größter Verzerrungsfreiheit sind bekannt, es gilt durch Großkontrollen nachzuprüfen, in welchem Umfang die Röhrenfertigung in der Lage ist, diesen Anforderungen gerecht zu werden. Die bisher laufend durchgeführten Prüfungen erstrecken sich in der Hauptsache auf Messung des Gitterfelerstromes, Einhaltung des Arbeitspunktes, Messung der Isolationswiderstände und des Verstärkungsfaktors. Die Messung der Verzerrungsfreiheit konnte bisher des großen Zeitaufwandes wegen nicht als laufende Großprüfung durchgeführt werden.

Zur Bestimmung der Verzerrungen wird die Klirrfaktormessung nach dem Kompensationsverfahren gewählt. Dies gestattet nach Abb. 1, neben der Klirrfaktorbestimmung auch alle



P_1, P_2 Spannungsteiler
 U_{g1} Gitterwechselspannungsmesser
 R_{g1} Gittervorwiderstand für Vakuumprüfung
 R_k, C_k Kathodenwiderstand und Kondensator

L Anodendrossel
 R_a Ausgangswiderstand
 U_c Kompensations-Spannungsmesser
 $\bar{U}$ Gegentaktübertrager
 U_r Restspannungsmesser

Abb. 1. Schaltung der Meßanordnung.

anderen oben angeführten Messungen sofort durchzuführen. Bei Einzelmessung des Klirrfaktors ist durch Einstellung des Spannungsteilers P_2 und des Phasenschiebers auf Spannungsminimum in U_r (Spannungsmesser U_r hat quadratische Kennlinie) aus dem Verhältnis U_r zu U_c der Klirrfaktor zu bestimmen.

Der selbsttätige Minimumabgleich, der dieses Verfahren für die laufende Prüfung geeignet macht, wird durch einen nachfolgenden Verstärker mit indirekt geheiztem Urantioxystabwiderstand (Urdox) erreicht. Dem Regelverstärker für die Restspannung an den Klemmen F und G wird noch eine Teilspannung von 50 Hz zugeführt, so daß nach Überlagerung beider eine eindeutige selbsttätige Abstimmung der Kompensationsschaltung auf minimale Restspannung U_r erfolgt. Die Ausgangsleistung des Verstärkers heizt den Urantioxystab, da dieser mit einem Widerstand R als Spannungsteiler (Punkt D und E der Schaltung) vor dem Gitter der zu messenden Röhre liegt, wird die Eingangsspannung der Röhre so geregelt, daß die durch P_2 eingestellte Ausgangsspannung (-leistung) erreicht wird. An Instrumenten ist dann unmittelbar die Güte und Gleichmäßigkeit der Röhren ablesbar.

Zur laufenden Prüfung werden die Röhren auf eine Drehscheibe gesetzt, vorgeheizt und dann durch Drehen nacheinander in die Meßschaltung eingeschaltet. [P. Wolf u. Th. Tillmann, Telefunkenröhre (1937) S. 278; 9 S., 6 Abb.]

mm.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 311. 1. 072. 6 + . 072. 8 **Frequenz- und Leistungsregelung in großen Netzverbänden.** — Der Schweizerische Elektrotechnische Verein hat sich in der Diskussionsversammlung vom 1. Mai 1937 mit der Frequenz- und Leistungsregelung¹⁾ in großen Netzverbänden befaßt. Nach G. Darrieus (Paris) besteht die Aufgabe darin, die Sollfrequenz der Netze und die vorgeschriebenen Austauschleistungen auf ihren Verbindungsleitungen auch bei Laständerungen ohne Fernverständigung aufrechtzuerhalten. Die vor etwa zwanzig Jahren von zwei großen französischen Netzen verwendete sehr einfache Lösung, die Werke nach ihren Erzeugungskosten in verschiedene Klassen einzuteilen und ihnen bestimmte, nach fallenden Erzeugungskosten gestaffelte Frequenzbänder zuzuteilen mit der Vorschrift, die Frequenz nur innerhalb des zugeteilten Frequenzbandes zu regeln, hat den Nachteil einer völligen Frequenzänderung und mußte deshalb wieder verlassen werden. Das bekannte Verfahren, die Regelung der Frequenz einem einzigen Werk bzw. Netz, nämlich dem stärksten, zu übertragen und alle anderen Werke die Leistungen auf den Verbindungsleitungen regeln zu lassen, bewährt sich nur, wenn das taktgebende Netz wesentlich stärker als die übrigen ist. Andernfalls sind Pendelungen von Frequenz und Leistung im Regelvorgang unvermeidlich. Fallou²⁾ hat deshalb vorgeschlagen, als Regelgröße neben der Frequenz eine weitere, der Austauschleistung verhältnismäßige Hilfsgröße zu verwenden. Zuzufolge einfacher physikalischer Überlegungen ergibt sich diese natürliche Regelgröße für den stationären Betrieb zu $K_n df = d p_n$ bzw. $K_n f - p_n = \text{konst.}$, wobei $K_n = k_n + k'_n$ ³⁾ die allgemeine Statik (Maschine + Netz), f Frequenz, p_n die beim Zusammenschluß an das Netz gelieferte Leistung sind; wichtig ist, daß sie Bezugsgrößen nur aus dem betreffenden Netz verwendet und somit auf jede Fernverständigung verzichtet. Bei einer Netzstörung (nichtstationärer Einschwingvorgang), gekennzeichnet durch die Schwingungsdauer $\tau = \sqrt{\frac{2\pi T T_s}{\cos \varphi}}$ ($T = 1/f$, T_s Anlaßdauer der synchronisierenden Leistung, φ Winkel U/E der Maschine), verteilt sich, entsprechend dem Prinzip der kleinsten Wirkung in der theoretischen Mechanik, die Zusatzlast dQ auf die einzelnen Werke ausschließlich nach deren kinetischer Energie nach der Beziehung $dQ = - \frac{2 W df}{f dt}$ (W = kinetische Energie der Maschinen), d. h. einer der dem stationären Vorgang entsprechenden Regelgröße.

— R. Dubs (Zürich) beschreibt die Rückwirkung der Regelvorgänge auf die hydraulischen Anlagen insbesondere bei plötzlicher Entlastung. Die kinetische Energie der in Bewegung befindlichen Wassermasse vor und hinter dem Leitapparat einer Wasserturbine wandelt sich in der Schließzeit des Leitapparates in potentielle Energie um, so daß, abgesehen von der Gefährdung der Zuleitungen, die Turbinenleistung im ersten Augenblick nicht abnimmt, sondern konstant bleibt oder sogar zunimmt. Nach der Theorie von Alliévi (1904) wandert beim Schließen des Leitapparates (Druckerhöhung an der Abschlußstelle) eine Druckwelle mit der Geschwindigkeit von 800 bis 1200 m/s (normale Leitungen) längs der Leitung bis zum freien Wasserspiegel (Atmosphärendruck) und von dort nach erfolgter Reflexion wieder zurück bis zur Abschlußstelle. Nach dem Stillstand des Abschlußorgans treten periodische Schwingungen auf, deren Amplituden infolge der Reibungseinflüsse immer kleiner werden (gedämpfte Schwingung). Die sich aus diesem Vorgang in den Wasserschlossern einstellende Niveauerhöhung errechnet sich (Reibungseinflüsse vernachlässigt) zu $h = \frac{Q}{\sqrt{F_1 F_2}} \sqrt{\frac{L}{g}}$ (F_1 Querschnitt des Stollens, F_2 des Wasserschlosses, L Stollenlänge, Q abgesperrte Wassermenge). Damit die Drehzahl konstant bleibt, muß der Turbinenregler

¹⁾ ETZ 52 (1931) S. 305; 54 (1933) S. 1212; 57 (1936) S. 1286; Elektrizitätswirtschaft, 31 (1932) S. 479.

²⁾ Elektrotechn. u. Masch.-Bau 55 (1937) S. 617; VDE-Fachber. 9 (1937) S. 158; Bull. Soc. franç. Electr. 6 (1936) S. 461.

³⁾ $k_n = P/Sf$, wobei P Belastung des Werkes, f normale Frequenz, S Reglerstatik zu der verlangten Zusatzleistung, k'_n Zusatzleistung, bedingt durch die sich mit der Frequenz ändernde Belastung.

den Leitapparat wegen des Niveauanstieges im Wasserschloß verstärkt schließen und anschließend, wegen des folgenden Niveauabfalles, wieder öffnen. Um Resonanz (angefachte Schwingungen) zu vermeiden, muß das Wasserschloß nach

Thoma einen Mindestquerschnitt von $F_{2\min} \geq \pi \frac{D^3}{4 \lambda H_n}$

(D Stollendurchmesser, H_n Nettogefälle, λ Reibungsziffer der Stollenwandung) haben. — F. Hug (Baden) berichtet über die Bedürfnisse der Werke und insbesondere über die von den Nordostschweizerischen Kraftwerken (NOK) verwendeten Regelverfahren. Die Gesamtlast eines Netzes verteilt sich auf die Generatoren im Verhältnis der Leistungszahlen der parallel arbeitenden Maschinensätze. Ein einfaches hydraulisches Modell der Lastverteilung gibt eine anschauliche Übersicht über den Einfluß der Reglereigenschaften, der Netzfrequenzänderung usw. Frequenzstützend und die Regler-tätigkeit entlastend wirkt die vorübergehende Leistungsabgabe aus dem Arbeitsvorrat der umlaufenden Schwungmassen (Erzeuger + Verbraucher) in den gekuppelten Netzen. Im Netz der NOK beträgt der kurzzeitige Frequenzabfall bei Kurzschlüssen nur etwa 1 bis 3%; bei einer angenommenen Kurzschlußdauer von 1 s werden etwa 150 000 kW kinetische Energie dem Netz entzogen. Beim Zusammenschluß verwaltungsfremder Netze ist, um teure technische Hilfsmittel und komplizierte organisatorische und vertragliche Maßnahmen zu vermeiden, auf einfache Kuppelverhältnisse (teilweise Entmaschung) zurückzukommen. — R. Keller (Baden) behandelt in seinem Bericht „Frequenz- und Leistungsregelung in großen Netzverbänden“ das Grundsätzliche der Programmregelung und der Frequenzhaltung. Da die Lastverteilung um so eindeutiger wird, je höher die Statik ist, sichert man bei Einsatz eines Frequenzführerwerkes die Lastverteilung mit höheren Statikwerten und kompensiert die dadurch bedingte Frequenzabweichung durch besondere Zusatzeinrichtungen. Dazu eignet sich insbesondere die Frequenz-Integralregelung, bei der die Winkelgeschwindigkeit der umlaufenden Spannungsvektoren der parallel arbeitenden Generatoren mit der eines mit konstanter Geschwindigkeit (Normalfrequenz) umlaufenden Vektors verglichen wird (Präzisionsuhr oder Quarz-Frequenzgenerator mit Synchronuhr, doppelgespeister Asynchronmotor usw.). Die bei dem Kraftwerk „Kembs“ aufgetretenen, Niederdruckwerken eigentümlichen Schwierigkeiten wurden durch einen dafür entwickelten Leistungssollwert-Steuerapparat mit Frequenzüberwachung gemeistert. Der nach dem Prinzip der Resonanzschaltung arbeitende Frequenzregler regelt vollkommen stufenlos und ohne bewegliche Kontakte; sein Drehmoment besitzt einen stetigen Verlauf. — H. Wierer (Berlin) berichtet über technische Ausführungsformen statischer Leistungsregler und ihren Einsatz im Verbundbetrieb von Netzen. Da die üblichen Turbinenregler den Aufgaben der Frequenzhaltung einerseits und der Fahrplan-Leistungssteuerung andererseits nicht gewachsen sind, muß zum Einsatz von elektrischen Zusatzreglern gegriffen werden. Die hierfür entwickelten und besonders für den Anschluß an Fernmeßanlagen geeigneten Frequenzleistungsregler werden beschrieben¹⁾. Derselbe hat auch Bedeutung für die Aufteilung der Leistung auf die parallel arbeitenden Kraftmaschinen nach bestem Wirkungsgrad²⁾. Der beste Gesamtwirkungsgrad setzt bekanntlich voraus, daß diejenige Maschine vorzugsweise belastet wird, die höchste relative Verlustabnahme zeigt, und umgekehrt diejenige Maschine zuerst entlastet, die dadurch die geringste Verlustabnahme erfährt, d. h. die Verluständerung dQ/dV (V Verluste, Q Maschinenleistung) muß für alle Maschinen gleich groß sein. Damit die Frequenz- und Leistungshaltung auch die wirtschaftlichste Lastaufteilung auf die Stromerzeuger übernimmt, müssen mit dem Füllungsanzeiger der Maschinen über Verlustkurvenscheiben besondere, die Lastverteilungsschaltung beeinflussende Widerstände gekuppelt werden. — D. Gaden (Paris) und E. Volet (Genf) weisen in ihrem Bericht über „Die Verwendung selbsttätiger mechanischer Regler an den Kraftmaschinen für die Regelung in Verbundnetzen“ darauf hin, daß gleichwohl auch die mechanischen Regler, ergänzt durch elektrische Hilfseinrichtungen, den scharfen Regelbedingungen zusammengeschlossener Netze einwandfrei gerecht werden. Maßgebend für den Enderfolg der Regelung seien die Regelfähigkeiten von Regler und Maschine zusammen und nicht die Eigenschaften des Reglers allein. Das gilt insbesondere für die Regelung von Wasserkraftmaschinen bei denen die hydraulischen Verhältnisse einen großen Einfluß auf den Gesamtregelvorgang ausüben. — A. Engler (Baden) führt in der anschließenden Aussprache aus, daß zwei Wasser-

kraftmaschinensätze bei Vollastabschaltung weder außer Tritt fallen noch pendeln, wenn beide die gleiche Anlaufzeit, d. h. ihre Regelkurven im ersten Augenblick der Abschaltung gleiche Subtangenten haben. Diese Anlaufzeiten stimmen, wie an den Maschinen der wichtigsten Werke im NOK-Netz nachgewiesen wird, in der Regel selbst für verschiedene Maschinensätze besser überein, als allgemein vermutet wird. Verhängnisvoller als verschieden große Anlaufzeiten wirken sich die verschiedenen Belastungszustände der Maschinen aus. Läuft z. B. im Grenzfalle von zwei Maschinensätzen eines Werkes der eine leer (Bereitschaftsbetrieb; Phasenschieber), der andere dagegen voll belastet, so geht der letztere bei Netzabschaltung mit maximaler Winkelbeschleunigung hoch, der andere, leerlaufende, dagegen wird nicht beschleunigt. Die Maschinensätze haben das Bestreben, außer Tritt zu fallen, die Wiederzuschaltung des Werkes auf das Netz wird erschwert. Deshalb müssen bei Störungen leerlaufende Sätze so schnell wie möglich vom Netz abgetrennt werden oder aber das Mitlaufen unbelasteter Maschinen muß unterbleiben. Bewährt im Betrieb der NOK hat sich eine sogenannte Gewittererschaltung; sie besteht darin, daß bei drohenden Gewitterstörungen die Netzbelastung möglichst gleichmäßig — notfalls unter Inkaufnahme von Erzeugungsausfall in den Laufwerken. — auf sämtliche Werke verteilt wird, so daß bei Netzauftrennung infolge Gewittereinwirkungen die aufgetrennten Netze ihren Betrieb aufrechterhalten und sich in kürzester Zeit wieder zusammenschalten lassen. [Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 28 (1937) S. 525; 49 S., 70 Abb.] H. Schz.

Elektromaschinenbau.

621. 314. 241. 047. 001 Zur rechnerischen Untersuchung der Kommutierungsverhältnisse von Drehstrom-Kommutatormaschinen mit besonderer Berücksichtigung der Heylandschen Hintermaschine. — Zur Berechnung der in der kommutierenden Spule einer Drehstrom-Kommutatormaschine vom Feld induzierten Spannung verwendete man bisher nur die Grundwelle des Feldes, obwohl gerade die Abweichungen von der idealen Kreisform die Kommutierungseigenschaften recht maßgeblich beeinflussen können. Um nun auch die durch die Wicklungsverteilung im Ständer und Läufer bedingte Feldform und deren Einfluß auf die Kommutierungsverhältnisse berücksichtigen zu können, entwickelt G. Leiner unter Anwendung von Görges-Diagrammen eine neue allgemeine Berechnungsweise und wendet sie in Fortführung seiner Arbeiten „Zur Theorie des Drehstrom-Regelsatzes nach A. Heyland“¹⁾ auf die Heylandsche Hintermaschine an. An Hand übersichtlicher Vektordiagramme, der „Kommutierungsdiagramme“, wird gezeigt, daß die näherungsweise Voraussetzung eines kreisförmigen Drehfeldes schon bei einer normalen Drehstrom-Ganzlochwicklung im Ständer der Kommutatormaschine zu einem recht unzureichenden Bild der Kommutierungsverhältnisse führt; bei Verwendung der Heylandschen Sonderwicklung treten diese Mängel in noch stärkerem Maße hervor. Die neue Berechnungsweise ist übersichtlich und läßt die Stärke des Einflusses der einzelnen maßgeblichen Größen leicht erkennen. In einem Anhang wird das Görgessche Durchflutungspolygon kurz erläutert, und es werden die zur Berechnung der Stegspannung im Kommutatoranker notwendigen Hilfsgrößen abgeleitet. [G. Leiner, Arch. Elektrotechn. 32 (1938) H. 3, S. 139; 22 S., 20 Abb.]

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 733 : 518. 5 Elektrisches Gerät zur selbsttätigen Auflösung von Gleichungen ersten und höheren Grades. — Nach kurzem Überblick über Zweck und Bedeutung von Einrichtungen zur selbsttätigen Lösung von Gleichungssystemen werden zunächst die Möglichkeiten untersucht, auf Grund der Kirchhoffschen Strom- oder Spannungsgleichungen ein derartiges elektrisches Gerät zu entwickeln.

Ein elektrisches Gerät, das in der Lage ist, ein lineares Gleichungssystem allgemeiner Form mit beliebig vielen Unbekannten selbsttätig zu lösen, wird in grundsätzlichem Aufbau und Wirkungsweise beschrieben. Kennzeichnend für die Anordnung ist, daß der Aufbau seiner Stromkreise vollkommen dem Aufbau der zu lösenden Gleichungen entspricht. Im Gegensatz zu den bisher bekannten Verfahren werden die gesuchten Unbekannten durch die Leitwerte bzw. Widerstandswerte von Regelsätzen, die Beiwerte und absoluten Glieder

¹⁾ Brandenburger, Siemens-Z. 15 (1935) S. 467.

²⁾ Vgl. auch die Vorträge auf der Arbeitstagung der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung in Berlin am 4. 12. 1937.

¹⁾ G. Leiner, Arch. Elektrotechn. 32 (1938) H. 2, S. 71. Referat in ETZ 50 (1938) H. 7, S. 170.

durch regelbare Spannungen und Ströme dargestellt. Die Speisung der gesamten Anordnung erfolgt durch Gleichstrom; die Wahl dieser Stromart wird begründet. Die systematische Verstellung der den Unbekannten entsprechenden Regelwiderstände besorgt selbsttätig ein elektrisches Getriebe, das nach dem allgemein bekannten Prinzip der Zählwerke der Reihe nach sämtliche möglichen Einstellungen der Widerstände durchführt; die jeweils ein und dieselbe Unbekannte darstellenden Regelsätze sind starr miteinander gekuppelt und können somit im Verlauf des Abgleichvorganges stets nur gemeinsam und nur in gleichem Maße verstellt werden. Wenn der Abgleich erreicht ist, d. h. wenn die in diesem Augenblick eingestellten Leit- bzw. Widerstandswerte zahlenmäßig den gesuchten Werten, die das Gleichungssystem befriedigen, entsprechen, wird durch Differentialrelais ein Hilfsstromkreis geschlossen; durch ein Schütz werden sofort die Antriebswellen der Regelsätze ausgekuppelt, die erreichte Einstellung der Regelwiderstände festgehalten, eine Signaleinrichtung betätigt und der Antriebsmotor stillgesetzt. Das Gerät beansprucht außer der ersten Einstellung und Inbetriebsetzung weder Bedienung noch Überwachung.

Nach eingehender Beschreibung des Aufbaues und der Einzelteile des Gerätes werden in einem weiteren Abschnitt die Berücksichtigung der Vorzeichen und die erreichbare Genauigkeit behandelt. Insbesondere wird erläutert, wie durch einfaches Umpolen entsprechender Schaltungsteile negative Vorzeichen einzelner Gleichungsglieder berücksichtigt werden und wie durch einmalige oder öftere Wiederholung des selbsttätigen Abgleichvorganges eine beliebig hohe Genauigkeit der Ergebnisse erzielt werden kann.

Im letzten Abschnitt der Arbeit wird ein nach den gleichen Grundsätzen arbeitendes Gerät beschrieben, das Gleichungen höheren Grades mit beliebig vielen Unbekannten selbsttätig zu lösen vermag. Hierbei erhöht sich lediglich die Zahl der Widerstandsätze und ihrer Antriebswellen, während die sonstigen Bestandteile unverändert wie bei dem erstbeschriebenen Gerät benützt werden. Auch die Dauer des Abgleichvorganges wird durch den höheren Grad der zu lösenden Gleichungen nicht erhöht. Bezüglich der Vorzeichenfrage und der Genauigkeit gelten die gleichen Gesichtspunkte wie bei dem zuerst beschriebenen Gerät. [M. Reck, Arch. Elektrotechn. 32 (1938) H. 3, S. 190; 7/8 S., 3 Abb.]

531. 788 Tiefdruckmanometer. — Der Verfasser stellt die gebräuchlichsten Verfahren zur Messung niedriger Gasdrücke zusammen. Dabei werden die Verfahren, die in den vorhandenen Büchern über diesen Gegenstand bereits ausführlich behandelt worden sind, nur kurz besprochen, während die in neuerer Zeit entwickelten Einrichtungen eingehend behandelt werden. Insbesondere wird auf das Gaedescche Molvakuummeter und das Philips-Vakuummeter näher eingegangen. Eine gut zu überblickende Zahlentafel klärt über die Meßbereiche der verschiedenen Vakuummanometer auf. Man ersieht daraus, daß das Molvakuummeter den bei weitem größten Meßbereich aufweist, der sechs Zehnerpotenzen umfaßt. [F. M. Penning, Philips techn. Rdsch. 2 (1937) S. 201; 8 S., 15 Abb.] *Thm.*

Verkehrstechnik.

621. 335. 4. 033. 91 (7) Neuzeltlicher Obusbetrieb in Boston. — E. Dana berichtet zunächst ausführlich über die Verkehrsverhältnisse in Boston. Die 1 531 000 Einwohner zählende Stadt besitzt ein umfangreiches Netz von Straßenbahnen, Schnellbahnen, Untergrundbahnen und Autobuslinien. Die 1. Obuslinie wurde im April 1936 eröffnet, 3 weitere Linien folgten 1937; bis jetzt sind 19 km Strecke ausgebaut und 49 Obusse in Betrieb, die in verkehrsreichen Stunden mit 3 bis 6 min Wagenfolge, sonst in 12 bis 15 min Abständen verkehren. Die Obusstrecken wurden als Ersatz für unrentable Straßenbahnlinien eingerichtet. Infolge der günstigen wirtschaftlichen Ergebnisse sind weitere Linien geplant. Die eingesetzten Fahrzeuge sind 2,55 m breit und bei einem Fassungsvermögen von 40 Personen rd. 10 m, bei 30 Personen rd. 8,30 m lang. Der Bericht befaßt sich weiterhin mit allgemeinen Betrachtungen über Obusbau und Betrieb. Als besonders schätzenswerte Vorzüge erwähnt der Verfasser das hohe Beschleunigungsvermögen bei der Anfahrt, die gute Anpassung an den Verkehrsfluß und die Möglichkeit, die Fahrgäste ungefährdet am Bürgersteig aufnehmen und absetzen zu können. Bevorzugt wird der Einmotorantrieb durch eine Reihenschlußmaschine in Leichtbauart mit etwa 92 kW Leistung. Diese Motoren wiegen etwa 500 kg, mithin beträgt das Leistungsgewicht 5,5 kg/kW. Der Verfasser vertritt den Standpunkt, daß die einfachere Wartung und das geringere Gewicht der

einmotorigen Ausrüstung die Kosten des Strommehrverbrauchs gegenüber der stromsparenden, aber schwereren Ausrüstung mit 2 Motoren und Reihenparallelschaltung ausgleicht. Der Ruf nach einer betriebssicheren, leichten Steuerung sei ebenso berechtigt, wie die Forderung einer guten Widerstandsabstufung zur Erzielung einer stoßfreien Anfahrt. Auch von der Feldschwächung solle im praktischen Betrieb weitgehend Gebrauch gemacht werden. Die verständnisvolle Bedienung der elektrischen Fahrausrüstung durch geübte Fahrer sei die beste Gewähr für eine günstige Stromwirtschaft. Zum Schluß wird noch das „Zweikraft“-Fahrzeug als ein für amerikanische Verhältnisse vielfach sehr geeignetes Verkehrsmittel angesprochen und kurz beschrieben. [E. Dana, Electr. Engng. 56 (1937) S. 1461; 3 S.] *E. Schn.*

Fernmeldetechnik.

537. 228. 1 : 621. 396. 072. 6 Breite Quarzregelfilter. — Bei der Theorie der Quarzregelfilter¹⁾ wird vorausgesetzt, daß die einzustellende Filterbreite klein gegen die Eigenbreite der beim Aufbau des Filters verwendeten Schwingkreise ist. Diese Voraussetzung ist bei den üblicherweise für Quarzfilter verwendeten Zwischenfrequenzen durchaus erfüllt. Es sind aber Fälle ausgesprochen niedriger Zwischenfrequenz denkbar, bei welchen die größte einzustellende Filterbreite der Schwingkreisbreite vergleichbar wird. In Erweiterung der ursprünglichen Theorie werden daher in der vorliegenden Arbeit die neu hinzukommenden Gesichtspunkte unter Einführung allgemeingültiger Parameter behandelt. Als solche dienen die „Quarzbedämpfung“ $b_0 = R_{res}/\omega L_q$ und die relative Verstimmung $\alpha = \Delta/f$. Hierbei ergibt sich, daß einseitig und zweiseitig geregelte Filter¹⁾ nicht mehr wie bei schmalen Filtern das gleiche ergeben. Beim einseitigen Filter bekommt nämlich mit zunehmender Quarzbedämpfung die Resonanzkurve symmetrische Höcker von immer größerer Höhe. Die größte unter Einhaltung einer brauchbaren Filterkurve einstellbare Filterbreite beträgt das 1,8fache der Schwingkreisdämpfung. Auf sorgfältigste Abstimmung von Schwingkreis und Quarz ist zu achten. Bereits bei sonst unmerklichen Fehlabbildungen von $d/8$ wird die Resonanzkurve deutlich unsymmetrisch. — Bei Filtern mit zweiseitiger Regelung scheidet die Regelung durch Verstimmen aus. Sie ändert nämlich nur die Bandbreite am Kopf der Resonanzkurve, während in einem Abstand alle Kurven wieder zusammenlaufen, so daß nichts gewonnen ist. Gleichzeitig ändert sich auch die Gestalt der Resonanzkurve vollkommen. Beim zweiseitigen Filter ergeben sich mit zunehmender Quarzbedämpfung keine Höcker, vielmehr drei gleich hohe und immer weiter auseinanderrückende Resonanzspitzen. Die Bandbreitenregelung darf also nur durch Änderung der Ankopplung vorgenommen werden. Unter Einhaltung einer vernünftigen Kurvenform kann man dann Filter mit einer maximalen Breite des 3,5fachen der Schwingkreisdämpfung herstellen. Allgemein kommt man auf große Bandbreiten nur mit Quarzen kleiner Induktivität bei nach wie vor kleiner Quarzeigenbreite. Bei großer Quarzbedämpfung wächst die resultierende Bandbreite nicht mehr linear, sondern nur noch mit der Wurzel aus der Bedämpfung. Im übrigen werden die berechneten charakteristischen Kurvengrößen, wie Höckerabstand, Überhöhung und Einsattelung in Kurvenform dargestellt, wobei sämtliche Größen auf die Schwingkreisdämpfung bezogen sind. [W. Kautter, Telefunkenztg. 18 (1937) H. 77, S. 42; 8 S., 11 Abb.] *eb.*

Theoretische Elektrotechnik.

621. 3. 015. 33 : 621. 315. 6. 015. 1 Über die Ausbreitung gedämpfter Stoßwellen in Stoffen kleiner Leitfähigkeit. — Von der Tatsache ausgehend, daß die genügend gedämpfte Stoßwelle grundsätzlich nicht Hochfrequenzcharakter besitzt, wird die Wellengleichung sinngemäß abgeleitet. Eine Fouriersche Zerlegung, bei der die Wellenausbreitung so betrachtet wird, „als ob“ sie eine Periodizität aufwiese, ist aus noch klarzustellenden Gründen umgangen. Man betrachtet einen Einheitsstoß der Spannung und die Ausbreitungsgesetze in einem isotopen, in einer Richtung unendlich ausgedehnten Medium bei Zugrundelegung einer konstanten elektrischen Leitfähigkeit.

Der Verlauf der Feldstärke $\mathcal{E}$ wird in Abhängigkeit von der Koordinate x und der Zeit t nebst dem auftretenden Feldstärkemaximum für ein weit ausgedehntes Medium berechnet. Ohne irgendwelche Raumladungen vorauszusetzen, weist die Rechnung, trotz großer Dicke des Stoffes, auf eine sehr große Feldstärke $\mathcal{E}$ in der Nähe der Welleneintrittsstelle hin. Dieses

¹⁾ W. Kautter, Telefunkenztg. 18 (1937) H. 76, S. 22.

theoretisch hergeleitete Ergebnis zwingt zur Annahme, daß bei derartigen Stößen ein ausgeprägter Feldstärkedurchschlag auftritt und das Verhalten die Ursache der Teil- oder Stufendurchschläge bei elektrischen Isolierstoffen ist. Feldstärken oder Kräfte dieser Größe vermögen den Molekülverband genügend zu lockern, um einer Ionisierung genügend Spielraum vorzubereiten. Obschon die Feldkonzentration einer Zusammenschnürung, wie beim Gasdurchschlag ähnlich ist, wird der Durchschlagsmechanismus bei festen Stoffen doch wesentlich von denen im Gas verschieden sein. Der Beweis für das Auftreten von Teil- oder Stufendurchschlägen bei Kristallen, Papierisolationen und Porzellan ($E_{\text{mitt.}} = 200 \text{ kV/cm}$) ist durch Messungen anderer an Kristallen, Porzellan und Kabelisolation erbracht. Um den theoretisch gelieferten Beweis von der grundsätzlichen Verschiedenheit der gedämpften und ungedämpften Welle in bezug auf die Durchschlagfestigkeit zu erhärten, werden Versuchsergebnisse herangezogen. Die Gleichung für eine endliche Wellenstirn ist angegeben. [J. Müller-Strobel, Arch. Elektrotechn. 32 (1938) H. 3, S. 198; 11 S., 8 Abb.]

Physik.

537. 564 Untersuchung der Elektronenlawine mit der Nebelkammer. — Die Elektronenlawine stellt den Einleitungsprozeß jeder Gasentladung dar. Die allerersten Stoßionisierungsprozesse untersucht H. Raether im homogenen Felde mit der Nebelkammer. Rechteckige Spannungsstöße von etwa 10^{-7} s Dauer werden mit einer Wanderwellenleitung erzeugt und an die Elektroden der Kammer gelegt, nachdem diese expandiert worden ist. Nach dem Anlegen der Spannung werden an der Kathode durch das Licht eines Funkens einige Elektronen ausgelöst, die auf ihrem Wege zur Anode durch Stoßionisation Ionen bilden. Bei einem Kammerdruck von 270 Torr und einer Feldstärke von 9 kV/cm werden auf einem Wege von 3 cm von jedem Elektron etwa 20 Ionenpaare gebildet, die gerade als Nebelspur in der Kammer zu erkennen sind. Bei der kurzen Dauer des Spannungsstoßes erreichen die Elektronen noch nicht die Anode, so daß die Entwicklung der Elektronenlawine verfolgt werden kann. In Abb. 2 sind zwei

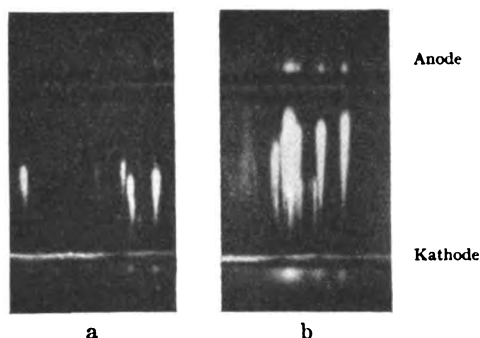


Abb. 2. Elektronenlawinen in der Nebelkammer (0,6 nat. Größe).

Photographien wiedergegeben, die bei 273 Torr und $10,5 \text{ kV/cm}$ aufgenommen sind. Bei a) beträgt die Dauer des Spannungsstoßes $1,4 \cdot 10^{-7} \text{ s}$, bei b) $2,4 \cdot 10^{-7} \text{ s}$. Ein Vergleich der beiden Photographien zeigt das Vorwachsen der Elektronenlawine; die Vorwachs geschwindigkeit in Luft berechnet sich zu $(1,25 \pm 0,2) \times 10^{-7} \text{ cm/s}$. Die Zunahme der Schwärzungsdichte läßt erkennen, daß die Tropfendichte an der Kathode praktisch Null gegenüber der des Spannungskopfes ist. Neben dem Schwärzungsanstieg ist eine zunehmende Verbreiterung der Spuren gegen die Anode hin zu bemerken, die in der Hauptsache auf thermische Diffusion der Elektronen zurückzuführen ist. Aus der Vorwachs geschwindigkeit und den Beweglichkeitsformeln läßt sich die thermische Energie der Elektronen zu etwa 5 V berechnen. Auf den ersten Weglängen erhält ein Elektron im Mittel etwa 1 V Energie für jede freie Weglänge, gibt aber nur etwa $1/100$ seiner Energie bei jedem Stoß ab, so daß seine thermische Geschwindigkeit dauernd zunimmt. Infolge der Streuung des Elektrons legt es die weiteren Weglängen nicht mehr ausschließlich in Feldrichtung zurück, so daß es dem Felde während einer Weglänge weniger Energie entnimmt. Nach etwa 150 Weglängen hat es seine volle Energie erreicht. Auch aus der Breite der Lawinenspur läßt sich die thermische Energie berechnen; es ergeben sich kleinere Werte, in Luft 1 bis 2 V . [H. Raether, Z. Phys. 107 (1937) S. 91; 19 S., 6 Abb.] Br.

Werkstatt und Baustoffe.

538. 082 : 620. 1 Erfahrungen und Neuerungen auf dem Gebiet der magnetischen Werkstückprüfung¹⁾. — Von den zerstörungsfreien Prüfverfahren hat sich in den letzten Jahren das Magnetpulver-Verfahren überall dort durchgesetzt, wo es sich um den Nachweis von Rissen, Schlacken, Poren an oder nahe der Oberfläche magnetisierbarer Werkstücke handelt. Die Grundlagen dieses Verfahrens sind durch mehrere in der letzten Zeit erschienene Arbeiten²⁾ hinreichend bekannt. Die überaus rasche Entwicklung und die schnelle Einführung in die Betriebe führten teilweise dazu, daß das Verfahren nicht immer an geeigneten Prüflingen und mit geeigneten Mitteln angewandt wurde. Es erweist sich daher als erforderlich, die Leistungsfähigkeit und die Grenzen der Magnetpulver-Prüfung aufzuzeigen.

Von größter Bedeutung für die Anzeigeempfindlichkeit ist die bei der Prüfung wirksame magnetische Feldstärke. Messung und Rechnung zeigen, daß bei 60 AW/cm Feldstärke an oder nahe der Werkstückoberfläche liegende Risse und Schlacken von $1/1000 \text{ mm}$ Breite noch einwandfrei nachweisbar sind. Feldstärken unter 30 AW/cm ergeben eine merklich verringerte Fehlerempfindlichkeit, Feldstärken über 90 bis 100 AW/cm ergeben keine wesentliche Zunahme der Fehlererkennbarkeit.

Neben der Feldstärke ist für den Fehlernachweis die durch die Fehlstelle senkrecht zur Flußrichtung hervorgerufene Querschnittsschwächung von Einfluß. Bei gleichmäßiger Feldverteilung (Gleichstromerregung) sind demnach feine Fehler um so besser nachweisbar, je geringer der Gesamtquerschnitt des Prüflings ist. Um auch ausgedehnte Prüfquerschnitte mit hoher Empfindlichkeit auf Fehler an oder nahe der Oberfläche untersuchen zu können, empfiehlt sich die Anwendung der Wechselstrom-Eigen- bzw. Fremderregung, die eine außerordentlich starke Feldverdrängung zur Werkstückoberfläche hin ergibt. Hierdurch gelingt es, den magnetischen Kraftfluß dort zu konzentrieren, wo Fehler nachgewiesen werden sollen. Zum Nachweis von Nietlochrissen in genieteten Kesseltrommeln, von Kumpelungsrissen in gekümpelten Kesselböden, von Schlackenrissen, Rissen usw. in Wellen, Turbinenläufern und Schweißverbindungen hat sich die Wechselstromerregung bestens bewährt.

Die Tiefenwirkung, die an sich bei Gleichstromerregung bereits auf 6 bis 8 mm beschränkt ist, wird bei Wechselstromerregung naturgemäß noch geringer. An allen Fällen, in denen es auf eine gewisse Tiefenwirkung ankommt (dünnwandige Schweißverbindungen), ist daher der Gleichstromerregung unbedingt der Vorzug zu geben.

Die Grenze der Tiefenwirkung des Magnetpulver-Verfahrens ist dann erreicht, wenn das durch Tiefenfehler an der Werkstückoberfläche hervorgerufene Streufeld nicht mehr ausreicht, um Feilspäne (die zur Erhöhung ihrer Beweglichkeit in einem Suspensionsmittel aufgeschwemmt sind) über die Fehlstelle zu ziehen bzw. dort festzuhalten. Solche Streufelder lassen sich nur noch magnet-induktiv nachweisen. Hierzu läßt man eine Spule mit ihrer Windungsfläche parallel zur Werkstückoberfläche rotieren oder schwingen; die durch die Vertikalkomponente eines Fehler-Streufeldes induzierte EMK dient dann zum Nachweis des Fehlers. Auf diesem Verfahren beruhen bestimmte technisch durchgearbeitete Schweißnahtprüfer.

Auf dem gleichen Gedanken beruht ein in der Reichs-Röntgenstelle entwickeltes Drahtseil-Prüfgerät, dessen dreiteilige Schwingspule — ebenso wie die aufklappbaren Polschuhe — um das zu prüfende Drahtseil, das also bereits verlegt sein kann, zusammengesetzt wird.

Das Magnetpulver-Verfahren, sowie das Schwingspulen-Verfahren, sind nur auf magnetisierbare Werkstoffe anwendbar. Für die Prüfung von Rohren und Stangen aus nichtferromagnetischen und ferromagnetischen Werkstoffen wurde in der Reichs-Röntgenstelle ein Gerät entwickelt, das mit Wechselstrom-Erregung arbeitet und die im Prüfling erzeugten Kurzschluß- bzw. Wirbelströme zum Fehlernachweis ausnutzt. Schp.

¹⁾ Auszug aus einem Vortrag von R. Berthold, gehalten auf der 2. Betriebsleiter-Tagung am 29. und 30. 10. 1937, veranstaltet von der Allianz u. Stuttgarter Verein Versicherungs-AG., Berlin.

²⁾ R. Berthold u. W. Schirp, Masch. Schad., Sonderheft Juni 37 (daselbst weitere Schrifttum-Angaben). H. Wilhelm und H. L. Elsässer, Mitt. Ver. Großkesselbes. 59 (1936) S. 266. R. Berthold und F. Gottfeld, Stahlbau 10 (1937) H. 4. O. Holtschmidt, Z. VDI 81 (1937) S. 862. T. C. Rathbone, Mech. Engng. 59 (1937) H. 3. W. Gerlach, Z. techn. Phys. 15 (1937) H. 11.

VERBANDSTEIL.

Einladung

zur

40. Mitgliederversammlung des VDE in Köln/Rhein

vom 22. bis 25. Mai 1938

Sonntag, den 22. Mai18⁰⁰ Jungingenieurtreffen, Lesegesellschaft**Montag, den 23. Mai**9⁰⁰ Fachberichte, Kongreßhaus

A I Energieübertragung	D I Elektrophysik
B I Elektromaschinenbau	E I Telegraphie und
C I Meßtechnik I	Telephonie I

(Vortragsfolge der Fachberichte erscheint demnächst)

10⁰⁰ Vorstandssitzung, Rathaus, Senatsaal11³⁰ Vorstandsratsitzung, Rathaus, Hansaaal15⁰⁰ Fachberichte, Kongreßhaus

A II Starkstromkabel	D II Steuerung, Regelung
B II Industrielle Antriebe	u. Schutzschaltung I
C II Meßtechnik II	E II Telegraphie und
	Telephonie II

(Vortragsfolge der Fachberichte erscheint demnächst)

20⁰⁰ Begrüßungsabend, Große Messehalle (Straßenanzug)**Dienstag, den 24. Mai**9⁰⁰ Fachberichte, Kongreßhaus

A III Schaltanlagen und	D III Steuerung, Regelung
Schaltgeräte	u. Schutzschaltung II
B III Elektrowärme	E III Funktechnik
C III Isolierstoffe	

(Vortragsfolge der Fachberichte erscheint demnächst)

15⁰⁰ Mitgliederversammlung (Geschäftssitzung), Gürzenich

1. Begrüßung
2. Geschäftliches
3. Hauptvortrag von Direktor Dr.-Ing. E. h. Rudolf Bingel VDE: „Die Elektrotechnik industrieller Anlagen“

20⁰⁰ Gemeinsames Abendessen, Große Messehalle (Straßenanzug)**Mittwoch, den 25. Mai**9⁰⁰–13⁰⁰ Besichtigungen

1. Elektrizitätswerke der Stadt Köln
2. Felten & Guillaume Carlswerk AG., Köln-Mülheim und I.G. Farbenindustrie AG. Hochdruckkraftwerk Leverkusen
3. Fernsprechanstalt Köln-Deutz (auch für Damen)
4. Flughafen der Stadt Köln (auch für Damen; für Ausländer nicht zugelassen)
5. Hochspannungs-Gesellschaft mbH. Köln-Zollstock
6. F. Klöckner KG., Köln-Bayenthal und Bonner Keramik AG., Bonn

7. Meirowsky & Co. AG., Porz am Rhein

8. Rhein. Elektr. Werke im Braunkohlenrevier AG. Kraftwerk Fortuna mit Braunkohlengrube und Brikettfabrik, Quadrath bei Köln

9. Rhein. Draht- u. Kabelwerke GmbH., Köln-Riehl, Ford-Motor-Company AG., Köln-Niehl (auch für Damen)

10. Rhein. Westf. Elektr. Werk AG. Kraftwerk „Goldenbergwerk“ Knapsack bei Köln

11. Rhein. Westf. Elektr. Werk AG. Hauptschaltstelle in Brauweiler bei Köln

12. Ringsdorf-Werke AG. Mehlem

Besichtigungen nur für Damen

13. Johann-Maria-Farina, gegenüber dem Jülichplatz, Köln

14. Ferd. Mülhens, Eau de Cologne- u. Parf.-Fabrik Nr. 4711, Köln

15. Gebr. Stollwerck AG. Köln

16. Corn. Stüssgen AG. Köln (Lebensmittel-Großhandel)

Gemeinsame Ausflüge und Besichtigungen9⁰⁰–23⁰⁰

17. Bad Aachen: Stadtbesichtigung und Besichtigung der Elektrotechnischen Institute der Technischen Hochschule. Eisenbahnfahrt über Köln nach Königswinter a. Rh. — Abendessen auf dem Petersberg im Siebengebirge. Rückfahrt mit Dampfer nach Köln

18. Langenberg im Rheinland: Besichtigung des Rundfunksenders. Autobusfahrt durch das Bergische Land über Schloß Burg zum Rhein. Rückfahrt von Königswinter mit Dampfer nach Köln.

19. Eifel-Ausflug (Autobus) über Zülpich zur Burg Nideggen und Ordensburg Vogelsang. (Besichtigung der Burgen). Weiterfahrt durch die Eifel nach Königswinter (Rhein) und zum Petersberg im Siebengebirge. Rückfahrt mit Dampfer nach Köln.

14³⁰–23⁰⁰

20. Rheinausflug (Sonderzug) nach Königswinter. Von hier Rheinfahrt mit Dampfer (Kaffeetafel an Bord), Abendessen in einzelnen Gruppen an Land in Niederbreisig, Remagen, Rolands- und Godesberg. Rückfahrt mit Dampfer nach Köln.

Tagungsabschluß mit gemeinsamer Rückfahrt aller Dampfer nach Köln. — Bei Ankunft Dom- und Rheinufer-Beleuchtung

Veranstaltungen für Damen**Montag, den 23. Mai**9¹⁵–12³⁰

Vortrag des Herrn Dr. Lempertz: „Die Hansestadt Köln, Stadtbild, Kunst und Kultur“ in der „Lese“, anschließend Stadtrundfahrt mit Autobus

15³⁰–18⁰⁰

Heiterer Nachmittag auf der Sünder-Terrasse am Rhein

Dienstag, den 24. Mai9¹⁵–12³⁰

Besichtigungen: Dom mit Domschatz, Haus der Rheinischen Heimat, Schnütgenmuseum

14³⁰–17⁰⁰

Fahrt nach Schloß Brühl, Besichtigung des Schlosses und Parks, Kaffeetafel mit Konzert

Änderungen des vorstehenden Tagungsplanes bleiben vorbehalten

Besondere Einladung mit Anmeldeformular wird der ETZ, H. 13 vom 31. 3. 1938, beigelegt. Anfragen sind zu richten an: VDE Bezirk Köln E.V., Mitgliederversammlung 1938, Köln/Rhein, Friesenplatz 14. Fernruf: Köln 50 737. Postscheckkonto: Köln 17 288 VDE Bezirk Köln Mitgliederversammlung 1938

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Der Vorsitzende:
Ohnesorge

Bekanntmachung.**Ausschuß für elektrische Bahnausrüstung.**

Der Ausschuß für elektrische Bahnausrüstung hat die Anregungen und Einsprüche zu dem in ETZ 58 (1937) S. 81, 108, 139, veröffentlichten Entwurf von VDE 0535 ordnungsgemäß behandelt. Nachstehend wird die Schlußfassung von

VDE 0535/III. 38 „Regeln für elektrische Maschinen und Transformatoren auf Bahn- und anderen Fahrzeugen R. E. B.“

veröffentlicht, soweit es sich um Änderungen gegenüber der Entwurfsfassung handelt. Die Regeln VDE 0535/III. 38 sind vom Vorsitzenden des VDE im März 1938 genehmigt worden und werden ab 1. April 1938 in Kraft treten. Sonderdrucke von VDE 0535 können von der Geschäftsstelle des VDE zum Stückpreise von RM 0,80 bezogen werden.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Geschäftsführer:

Blendermann

VDE 0535/III. 38**Regeln für elektrische Maschinen und Transformatoren auf Bahn- und anderen Fahrzeugen R.E.B.**

[Änderungen

gegenüber dem Entwurf in ETZ 58 (1937) S. 81, 108, 139.]

§ 1.**Geltungsbeginn.**

„Diese Regeln gelten für Maschinen und Transformatoren und die übrigen in § 3 genannten Geräte, deren Herstellung nach dem 1. April 1938 begonnen wird“.

§ 2.**Abweichungen von den Regeln.**

Die Paragraphenangabe wird geändert in „§§ 65 bis 70“.

§ 3.**Geltungsbereich.****A. Maschinen.**

Der letzte klein gedruckte Absatz erhält folgende Fassung:

„Für Hilfsmaschinen, die im wesentlichen wie Maschinen für Dauerbetrieb arbeiten, d. h. mit nahezu gleichbleibender Drehzahl, Drehrichtung und Belastung laufen, unterliegen VDE 0530 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen R. E. M.“

B. Transformatoren.

Der letzte klein gedruckte Absatz unter 2. erhält folgende Fassung:

„Für Hilfstransformatoren, die im wesentlichen wie Transformatoren für Dauerbetrieb arbeiten, gilt VDE 0532 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren R. E. T.“. Sind sie jedoch im Ölkessel von Transformatoren nach 1 bis 3 untergebracht, so gelten für sie die vorliegenden Regeln (VDE 0535).“

§ 5.**Wicklungen von Transformatoren.**

Der bisherige Wortlaut unter A 3, „Tertiärwicklung“ wird gestrichen.

§ 6.**Spannungs- und Strombegriffe.**

Der 5. Absatz erhält folgende Fassung:

„Spannung ist bei Drehstrom die Spannung zwischen den Hauptleitern.“

§ 9.**Nennspannung, Dauerspannung, Größtspannung.**

Der 1. Satz („Nennspannung ist die auf dem Schild angegebene Spannung“) wird gestrichen.

Unter e) wird folgender Wortlaut neu aufgenommen:

„e) Nennspannung von Akkumulatoren ist die mittlere Entladespannung, bei Bleibatterien ist diese im allgemeinen mit 2 V je Zelle einzusetzen.“

1) Genehmigt durch den Vorsitzenden des VDE im März 1938. Veröffentlicht: ETZ 58 (1937) S. 81, 108, 139; 59 (1938) S. 324.

§ 11.**Leistungsbegriffe.**

Die beiden ersten Absätze erhalten folgende Fassung:

„Abgabe ist die abgegebene Wirkleistung, und zwar:

bei Motoren an der Welle,
bei Generatoren an den Klemmen,
bei Umformern, Stromrichtern und Transformatoren an den Sekundärklemmen.

Aufnahme ist die aufgenommene Wirkleistung, und zwar:

bei Generatoren an der Welle,
bei Motoren an den Klemmen,
bei Umformern, Stromrichtern und Transformatoren an den Primärklemmen.“

Im letzten Absatz werden die Worte „nach Abzug aller Nebenleistungen“ gestrichen, dafür wird folgender Schlußsatz aufgenommen:

„Hierbei sind die Nebenleistungen abzuziehen, die zwar vom Verbrennungsmotor aufgebracht, aber nicht an die Generatorwelle abgegeben werden.“

§ 12.**Nennleistung.**

Der 2. Absatz erhält folgende Fassung:

„Nennleistung von Fahrzeuggleichrichtern ist die Dauerleistung auf der Gleichstromseite, bestimmt durch das Produkt von Nennspannung (Effektivwert) und Nennstrom (Effektivwert).“

§ 13.**Drehzahl.**

„Die höchste Betriebsdrehzahl von Fahrmotoren ist, falls nichts anderes vereinbart, die doppelte Stundendrehzahl. Nennndrehzahl von Motoren siehe § 8.

Die Nennndrehzahl eines Generators mit Antrieb durch Verbrennungsmotoren ist die größte dauernd zulässige Drehzahl des Generators bei Antriebsleistung.“

§ 16.**Erregung.**

„B. Einteilung nach Schaltung.

Unterschieden werden:

1. Reihenschlußerregung: Erregung durch den Ankerstrom.

Bei Feldschwächung gilt als Maß für die Erregung:

a) (wie bisher unter 2.)

b) (wie bisher unter 2.)

Der Erregergrad wird in Prozent angegeben.“

Die bisherigen Abschnitte 3. und 4. erhalten die Nummern 2. und 3.

§ 19.**Schutzarten für Maschinen.**

Als 5. Absatz wird folgender Wortlaut neu aufgenommen:

„5. Explosionsgeschützte Maschinen: Ausführung entsprechend den Sonderanforderungen für die Verwendung in explosionsgefährdeten Betriebsstätten und Lagerräumen (siehe VDE 0171 „Vorschriften für die Ausführung explosionsgeschützter elektrischer Maschinen, Transformatoren und Geräte“).“

Der bisherige Absatz 5 erhält die Nummer 6.

§ 20.**Betriebsarten.****A. Fahrbetrieb.**

Der 1. Satz erhält die Fassung:

„Fahrbetrieb ist die planmäßig festgesetzte Benutzung der Maschinen und Transformatoren auf bestimmten Fahrstrecken.“

B. Prüfbetrieb.

In den letzten 3 Zeilen werden die Kurzbezeichnungen DP, StP, AnFP gestrichen.

§ 22.**Spannungen.**

Tafel I erhält folgende geänderte Fassung:

2) VDE 0171 in Vorbereitung; vgl. VDE 0165.

Tafel I. Genormte Nennspannungen für Maschinen in Volt.

1	2	3	4	5
Betriebsspannung ¹⁾ nach VDE 0175 u. 0176	Gleichstrom ²⁾			Einphasen- strom ³⁾ 16 ² / ₃ Per/s
	Fahrmotoren für Speisung aus Fahr- leitung ³⁾	Akkumulatoren (Fahrzeuge für Straßen- verkehr) ⁴⁾	Hilfs- maschinen	Hilfs- motoren
12	—	—	12	—
24	—	—	24	—
40	—	40	—	—
80	—	80	—	—
110	—	—	110	—
—	—	160	—	—
220	220	—	—	200
440	—	—	—	—
600*)	600*)	—	—	—
750	750	—	—	—
1200*)	1200*)	—	—	—
1500	1500	—	—	—
3000	3000	—	—	—

¹⁾ Als zulässige Spannungsschwankungen in Gleichstrom-Bahnnetzen (600 bis 3000 V) gelten +20% und -33¹/₃%, bei Einphasen-Bahnnetzen +10% und -20% der genormten Betriebsspannung.

²⁾ Für Gleichstromgeneratoren zur Speisung von Fahrmotoren und für Einphasen-Fahrmotoren werden genormte Nennspannungen nicht festgelegt.

³⁾ Über den Betrieb mit Überspannungen siehe § 63.

⁴⁾ Für Schienenfahrzeuge mit Akkumulatorenbetrieb werden genormte Nennspannungen nicht festgelegt.

⁵⁾ Da eine größere Anzahl von Anlagen zur Zeit noch mit 550 V bzw. 1100 V betrieben wird, sollen für bestehende Anlagen auch diese Nennspannungen neben den genormten Werten gelten.

§ 29.

Prüfbetrieb.

A. Dauerprüfung.

Die Kurzbezeichnung „DP“ wird gestrichen.

Der 2. Absatz erhält die Fassung:

„Bei gekapselten Gleichstrom-Fahrmotoren soll die Dauerprüfung entfallen.“

Im Anschluß an den 2. Absatz wird folgender Zusatz in Kleindruck aufgenommen:

„Leistungsangaben für Dauerprüfungen sind mit dem Beibuchstaben „dd“ zu kennzeichnen (.... kW_{dd}).“

B. Stundenprüfung.

Die Kurzbezeichnung „StP“ wird gestrichen.

Im Anschluß an den 2. Absatz wird folgender Zusatz in Kleindruck aufgenommen:

„Leistungsangaben für Stundenprüfungen sind mit dem Beibuchstaben „std“ zu kennzeichnen (.... kW_{std}).“

C. Anfahrprüfung.

Die Kurzbezeichnung „AnfP“ wird gestrichen.

§ 31.

Probelauf.

1. Dauerprüfung.

Die Kurzbezeichnung „DP“ wird gestrichen.

Im 2. Absatz wird hinter dem Wort „zweckmäßig“ eingefügt „bei ruhenden Wicklungen“.

Abb. 2 aus VDE 0530/XII. 37 wird aufgenommen.

2. Stundenprüfung.

Die Kurzbezeichnung „StP“ wird gestrichen.

Der Wortlaut wird wie folgt geändert:

„2. Stundenprüfung: Bei Beginn der Stundenprüfung darf die Temperatur des wärmsten Wicklungsteils der Maschine oder des Transformators nicht höher als 4° über der Kühlmitteltemperatur liegen. Der Probelauf wird nach 1 h abgebrochen.“

§ 32.

Bestimmung der Wicklungserwärmung.

Im letzten Satz werden die Wörter „Klemmen von“ gestrichen.

§ 33.

Erwärmungsmessung des Eisenkernes und des Öles.

Der 3. Absatz wird gestrichen.

§ 34.

Berechnung der Wicklungserwärmung aus der Widerstandszunahme.

In dem letzten, klein gedruckten Absatz wird der 1. Satz gestrichen.

§ 35.

Erwärmungsmessung mit Thermometer.

Der 1. Absatz erhält folgenden Zusatz:

„Die Zeitkonstante des Thermometers soll hinreichend klein sein, um ein sicheres Messen der auftretenden Höchsttemperatur zu ermöglichen.“

§ 36.

Ausführung der Messungen.

Im letzten Absatz werden die Worte „bis zum Abschluß der Messungen“ ersetzt durch „bis zur ersten Ablesung“.

§ 38.

Wärmebeständigkeit der Isolierstoffe.

Tafel III. Wärmebeständigkeitsklassen.

Lackdraht wird nicht in Isolationsklasse B, sondern in Isolationsklasse A eingereiht.

Hinter dem Wort „Lackdraht“ wird auf folgende Fußnote in der Tafel verwiesen:

*) Mit Rücksicht auf die in diesen Regeln zugelassenen höheren Grenz-erwärmungen konnte für Lackdraht nicht die hierfür nach § 38 von VDE 0530/XII. 37 und nach § 41 von VDE 0532/XII. 37 neuerdings vorgesehene Isolationsklasse B zugestanden werden.

Die bisherige Fußnote 2 in Tafel III wird gestrichen, statt dessen wird unmittelbar hinter § 39 (vor Abschnitt D) ein neuer Paragraph mit folgendem Wortlaut aufgenommen:

„§ 40.

Isolierung aus verschiedenen Stoffen.

Gemeinsame Verwendung von Isolationsklasse C mit A, letztere zum mechanischen Aufbau benutzt, gilt als Isolationsklasse B, wenn die Isolierung bei den für Klasse B zulässigen Grenztemperaturen in dielektrischer und mechanischer Hinsicht dem dauernden Betrieb standhält.“

Die Nummern der beiden folgenden Paragraphen (§§ 40 und 41) erhöhen sich dementsprechend gegenüber dem Entwurf um 1.

Abschnitt D erhält die Überschrift:

„D. Belastungsprüfungen.“

§ 41 (bisher § 40).

Allgemeines.

„Die folgenden Bestimmungen sollen nur die mechanische und elektrische, nicht aber die thermische Überlastbarkeit feststellen. Die Prüfungen sollen an der warmen Maschine vorgenommen werden. Die Anfangstemperatur muß aber so niedrig sein, daß die Grenztemperaturen nach Tafel XIV (Anhang) nicht überschritten werden.“

Um eine bessere Auflage der Bürsten zu erzielen, kann der Hersteller verlangen, daß vor jeder Prüfung die Maschine bei Nennspannung 5 min lang in Drehrichtung der Prüfung mit einem Strom betrieben wird, der höchstens gleich dem Nennstrom ist.

Maschinen, die für beide Drehrichtungen bestimmt sind, sollen auch in beiden Drehrichtungen geprüft werden.

Die Bürsten dürfen aus ihrer betriebsmäßigen Lage nicht verschoben werden.

Kommutatoren dürfen nach der Prüfung nur solche Brandspuren aufweisen, die im Betrieb nach einigen Stunden wieder verschwinden.

Die Prüfungen nach §§ 41 bis 46 sollen nur an einem gewissen zu vereinbarenden Anteil der Liefermenge vorgenommen werden.“

§ 42 (bisher § 41, A).

Überlastungsprüfungen.

Der bisherige § 41 „Überlastungsprüfung“ wird in zwei Paragraphen, nämlich § 42 „Überlastungsprüfungen“ und § 43 „Anfahrprüfungen“ aufgeteilt. Der neue § 42 erhält folgenden Wortlaut:

„Maschinen müssen ohne Beschädigung und bleibende Formänderung die in Tafel VI angegebenen Überlastungen aushalten.“

Tafel VI wird wie folgt geändert:

Tafel VI. Überlastungen für Fahrmotoren und Hilfsmaschinen.

Nr.	1 Art des Motors	2 Spannung*)	3 Strom*)	4 Dauer	5 Erregung	6 Bemerkungen
A. Gleichstrommotoren						
1	Motoren ohne Felderregung	1,25 U	I		mit voller Felderregung	
2		U	2 I			
3	Motoren mit Felderregung	1,25 U	I		Bei der geringsten zulässigen Erregung, die bei der Bestellung für den entspr. Strom anzugeben ist	
4		U	2 I	30 s, bei Motoren für beide Drehrichtungen 30 s in jeder Richtung	mit verminderter Erregung, jedoch nicht unter 80% Erregergrad	
5	Motoren, die ständig in Reihenschaltung arbeiten, ohne mechanisch gekuppelt zu sein	1,5 U	0,6 I		mit voller Erregung	Die Spannung soll, wenn nötig, soweit verringert werden, daß der Motor die höchste Betriebsdrehzahl (siehe § 64, Tafel X) nicht überschreitet
B. Einphasen-Wechselstrommotoren						
6	Motoren allgemein	1,1 U	I			
7		0,75 U	1,7 I	30 s, bei Motoren für beide Drehrichtungen 30 s in jeder Richtung		
8	Motoren, die ständig in Reihenschaltung arbeiten, ohne mechanisch gekuppelt zu sein	1,33 U	I			Die Umdrehungszahl ist, wenn nötig, auf das 1,35-fache derjenigen zu begrenzen, die der festgesetzten Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs entspricht
C. Hilfsmaschinen						
9	nach § 3, A 4	U	1,5 I	2 min	—	—

*) Hierbei bedeutet U die Nennspannung des Motors nach § 9 b); I den Nennstrom.

§ 43 (bisher § 41, B).

Anfahrprüfungen.

Der 1. Satz erhält folgende geänderte Fassung gegenüber dem entsprechenden Satz aus dem früheren § 41, B:

„Folgende Anfahrprüfungen sind auszuführen, bei Motoren die für beide Drehrichtungen bestimmt sind, in jeder Drehrichtung:“

- Gleichstrom- und Drehstrommotoren.
Der bisherige 3. Absatz wird gestrichen.
- Einphasenmotoren.
Die bisherigen beiden letzten Absätze werden gestrichen.
- Generatoren mit Antrieb durch Verbrennungsmotoren.

„Bis auf weiteres gilt folgende Regel:

Der Generator ist für eine Dauer von 20 s mit seiner Nenn-drehzahl und, falls nichts anderes vereinbart, mit dem 1,6-fachen Nennstrom, ferner mit einer solchen Spannung zu betreiben, daß die aufgenommene mechanische Leistung gleich der Antriebsleistung (siehe § 11) wird.“

§ 44 (bisher § 42).

Kommutierungsprüfungen.

„Maschinen mit Kommutator müssen bei den verschiedenen betriebsmäßigen Erregungen bei jeder Belastung bis zur Nennleistung praktisch funkenfrei arbeiten.

Vorausgesetzt wird bei allen Kommutierungsprüfungen, daß Kommutator und Bürsten in einwandfreiem Zustand und gut eingelaufen sind.

Bei Wechselstrom-Kommutatormotoren während des Anlaufs und bei Gleichstrommotoren mit elektrischer Bremsung (siehe § 45) kann vorübergehend stärkeres Bürstenfeuer auf-

treten, das aber den betriebsfähigen Zustand nicht beeinträchtigen darf.

Bei Generatoren mit Antrieb durch Verbrennungsmotoren gilt die Anfahrprüfung nach § 43 c) als kurzzeitige Kommutierungsprüfung.“

§ 45.

Bremsprüfungen.

Dieser Paragraph wird neu aufgenommen.

Der neue § 45 erhält folgenden Wortlaut:

„Bei Straßenbahn-Fahrmotoren für Widerstands-bremsung ist folgende Bremsprüfung auszuführen und innerhalb 5 min ein zweites Mal zu wiederholen; sie gilt als bestanden, wenn keine Überschläge und keine bleibenden Beschädigungen am Kommutator und an den Bürsten auftreten:

Zwei gleiche Motoren werden miteinander gekuppelt, von denen der eine als Hauptstrommotor vom Netz gespeist wird und der andere als Hauptstromgenerator geschaltet ist. Der Maschinensatz wird im Leerlauf auf die Drehzahl $n_v = 1,1 n_b$ gebracht, wobei n_b höchste Betriebsdrehzahl (§ 13) ist.

Hierbei ist angenommen, daß die Drehzahl bei der Prüfung bis zum Erreichen der höchsten Spannungsspitze um nicht mehr als 10% absinkt.

Dann wird der als Generator arbeitende Motor auf einen Widerstand geschaltet, dessen Größe so zu wählen ist, daß das Produkt aus den beim Versuch auftretenden höchsten Spitzenwerten von Strom und Spannung den Betrag von $6 U I$ nicht überschreitet, wobei Spannungsspitzen in der Höhe von etwa $2 U$ und Stromspitzen in der Höhe von etwa $3 I$ zu erwarten sind.

Zur Feststellung der Spitzenwerte von Strom und Spannung genügen Meßgeräte mit vorgespanntem Zeiger.

Die Größe des Widerstandes berechnet sich angenähert aus:

$$R = 0,7 \frac{U}{I} \frac{n_b}{n_v}$$

wobei U die Nennspannung und I den Stundenstrom bedeutet.

Fahrmotoren für anders geartete Bahnbetriebe und für Nutzbremse werden nach besonderer Vereinbarung geprüft.“

§ 46 (bisher § 43).

Kurzschlusssicherheit.

Der letzte Absatz wird wie folgt ergänzt:

„Bei einer solchen Prüfung soll lediglich die mechanische Festigkeit des Wicklungsbaues festgestellt werden. Der Kurzschluß muß so schnell abgeschaltet werden, daß die thermische Beanspruchung der Wicklung in zulässigen Grenzen bleibt.“

§ 47 (bisher § 44).

Allgemeines.

Fußnote 4) mit Hinweis auf die noch der Beratung unterliegende Stoßprüfung wird gestrichen.

§ 48 (bisher § 45).

Wicklungsprüfung.

Im letzten Satz des 9. Absatzes werden die Worte „die gleichen Bedingungen gelten für die Spannungsprüfung gebrauchter Maschinen und Transformatoren“ gestrichen.

Im 11. Absatz wird statt „beim Hersteller“ gesetzt „bei der Abnahme“.

Unter a) 2. wird in der 3. Zeile statt „Poles“ gesetzt „Wicklungsteiles“.

Unter a) 3. wird statt „Fahrmotoren“ gesetzt „Gleichstrom-Fahrmotoren“.

Unter a) 4. werden die Worte „einschließlich etwa vorhandener Stromteiler“ angefügt.

Der Absatz a) 5. wird gestrichen.

Tafel VII erhält folgende geänderte Fassung:

Tafel VII. Prüfspannungen für die Wicklungsprüfung.

Nr.	1 Wicklungen von	2 Prüfspannung U_p
1	Maschinen*) $\leq 5 \text{ kW}$ und $\leq 100 \text{ V}$	1000 V
2	alle anderen	$2 U + 1500 \text{ V}$, mindestens 2500 V
3	Transformatoren $\leq 10 \text{ kV}$	$3,25 U$, mindestens 2500 V
4	$> 10 \text{ kV}$	$1,75 U + 15000 \text{ V}$

*) Für Hilfsmaschinen nach § 3, A 4, die im wesentlichen wie Maschinen im Dauerbetrieb arbeiten, gelten die Prüfspannungen nach § 50 von VDE 0530 XII. 37.

§ 49 (bisher § 46).

Sprungwellenprüfung für Transformatoren.

Fußnote 5) mit dem Hinweis auf die noch der Beratung unterliegende Stoßprüfung wird gestrichen.

Das Schaltbild c) aus Abb. 1 wird gestrichen.

§ 50 (bisher § 47)

Windungsprüfung für Transformatoren.

Der 2. Absatz erhält folgende Fassung:

„Die Prüfung erfolgt bei Leerlauf mit mindestens 2-facher Nennspannung. Die Frequenz kann entsprechend erhöht werden; die Prüfdauer beträgt 5 min.“

In der letzten Zeile des 3. Absatzes muß es statt „Tafel IX“ heißen „Tafel VII“.

§ 51 (bisher § 48)

Durchführungsisolatoren.

Der 3. Absatz erhält folgende Fassung:

„In Tafel IX bedeutet U_r die Reihenspannung nach § 7 und § 20 von VDE 0670/1937 „Regeln für Wechselstrom-Hochspannungsgeräte R. E. H.“. Die Werte der Tafel gelten auch wenn die Nennspannung des Transformators die Reihenspannung der zugehörigen Durchführungen bis zu 15% überschreitet.“

§ 56 (bisher § 53)

Mittelbar gemessener Wirkungsgrad.

„B. Einzelverlustverfahren.“

Absatz a) erhält folgende Fassung:

a) Verluste im Eisen und anderen Metallteilen bei Leerlauf (Eisenverluste).“

§ 59 (bisher § 56)

Berechnung der Lastverluste.

Der 2. Absatz erhält die Fassung:

„2. Übergangsverluste, die nicht besonders gemessen werden, können unter der Annahme von 2 V Spannungsabfall unter den Bürsten errechnet werden.“

§ 61 (bisher § 58)

Verluste von Transformatoren.

2. Kurzschlußverlust. Im 2. Satz wird statt „festgestellt“ gesetzt „hergestellt“.

§ 64 (bisher § 61)

Schleuderprüfung.

Im 1. Satz wird „Schleuderdrehzahl“ ersetzt durch „Drehzahl“.

Tafel X erhält folgende vereinfachte Fassung:

Tafel X. Schleuderdrehzahl.

Nr.	1 Maschinengattung	2 Schleuderdrehzahl
1	allgemein	1,25-fache höchste Betriebsdrehzahl (§ 13)
2	Fahr- motoren	mehrere elektrisch dauernd in Reihe ge- schaltete Motoren mit Einzelachsantrieb ohne Schleuder- relais 1,35-fache höchste Betriebsdrehzahl (§ 13)
3	Hilfsmaschinen mit Neben- schlußverhalten	1,2-fache Leerlauf- drehzahl
4	Hilfsmaschinen mit Reihen- schlußverhalten	1,5-fache Nenndrehzahl

§ 66 (bisher § 63)

Leistungsschild.

Im 1. Satz soll es heißen:

„..... das möglichst so zu befestigen ist,“

Unter A 3 wird die Kurzbezeichnung „StP“ und im klein gedruckten Text „durch DP“ gestrichen.

Der klein gedruckte Absatz unter B 5 erhält folgende geänderte Fassung:

„Bei Maschinen, die nur in einer Drehrichtung benutzt werden sollen und bei denen eine Änderung der Drehrichtung nur durch konstruktive Änderungen oder Änderung der inneren Maschinenschaltung möglich ist, ist der Drehzahlangebe

ein Pfeil mit Spitze nach rechts mit davorgesetztem „nur“ (nur →) für Rechtslauf,

ein Pfeil mit Spitze nach links mit davorgesetztem „nur“ (nur ←) für Linkslauf hinzuzufügen.

Umsetzen der Bürstenhalter ist als konstruktive Änderung anzusehen, nicht aber die Verschiebung der Bürsten.

Empfohlen wird, den Drehrichtungspfeil auch noch auf der Stirn des freien Wellenstumpfes anzubringen.“

Tafel XIII „Schaltzeichen nach DIN VDE 710“ wird gestrichen.

§ 71 (bisher § 68):

Zulässige Abweichungen.

In der bisherigen Tafel XIV „Toleranzen“ wird die 1. waagerechte Spalte durch folgenden Wortlaut ersetzt:

Nr.	I Gewährleistungen für	II zulässige Abweichungen
1	bel Nennleistungen über 1,1 kW bis 11 kW Drehzahl von Reihenschluß- motoren bel Nennleistungen über 11 kW	$\pm 10\%$ $\pm 3\%$ Herstellungstoleranz*) $\pm 5\%$ Typentoleranz*)

In der 6. waagerechten Spalte wird statt „Wicklungsverlust“ gesetzt „Kurzschlußverlust“.

Die Fußnote in der bisherigen Tafel XIV erhält folgende Fassung:

„* Die Drehzahl-Kennlinie soll für jeden Motor im warmen Zustand (Ankertemperatur 75 °) bei Nennspannung, falls betriebsmäßig verlangt für beide Umlaufsrichtungen, abhängig von der Stromstärke bei vollem Feld und bei größter Feldschwächung um nicht mehr als $\pm 3\%$ (Herstellungstoleranz) von der Typenkennlinie abweichen und zwar für alle Stromstärken zwischen der höchsten Drehzahl und derjenigen, die dem 1,5-fachen Stundenstrom entspricht.“

Die Typenkennlinie ist der Mittelwert, der an den ersten 10 Motoren einer neuen Lieferung (oder an sämtlichen Motoren einer neuen Lieferung unter 10 Stück) aufgenommenen Drehzahl-Kennlinie. Sie soll um nicht mehr als $\pm 5\%$ (Typentoleranz) von der vorausgerechneten und der Bestellung zugrunde gelegten Kennlinie abweichen.

Bei Nachbestellung von Motoren einer bereits früher ausgeführten Bauart kann die Typenkennlinie vereinbart werden.

Für die reihenmäßige Herstellung genügt es, die Einhaltung dieser Toleranzen nur bei dem 0,9-fachen Dauerstrom und dem 1,5-fachen Stundenstrom (in beiden Fällen bei vollem Feld) nachzuweisen.“

Anhang.

Tafel XV.

Grenztemperaturen von Fahrzeug-Transformatoren, die im Fahrbetrieb tunlichst nicht zu überschreiten sind.

In der 1. waagerechten Spalte heißt es: „alle Wicklungen“ an Stelle von „alle anderen Wicklungen“.

Aus den VDE-Bezirken

Bezirk Berlin-Brandenburg

vormalige Elektrotechnischer Verein E. V.

(Gegründet 1879)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 IV, VDE-Haus.
Fernsprecher: 34 88 85. — Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Fachversammlung in Landsberg a. d. W.

am Freitag, dem 25. März 1938, 20⁰⁰, im Ratskeller, Richtstr. 3.

Vortrag

des Herrn Dipl.-Ing. B. Stauch VDE, Berlin, über das Thema:

„Planungs- und Ausführungsfragen von
Kondensatoranlagen zur Leistungs-
faktorverbesserung“.

Eintritt frei.

Bezirksversammlung

am Dienstag, dem 29. März 1938, 20⁰⁰, im Großen Hörsaal
des Physikalischen Instituts der Technischen Hochschule zu
Charlottenburg, Kurfürstenallee 20/22.

Tagesordnung:

1. Geschäftliche Mitteilungen.
2. Bericht der Rechnungsprüfer über die Prüfung der Rechnungsführung für das Geschäftsjahr 1937.
3. Vortrag des Herrn Oberpostrat Dipl.-Ing. F. Gladenbeck, Berlin, über das Thema:

„Die neuere Entwicklung in der Technik der Fernmeldeübertragung auf Drahtleitungen“.

Eintritt und Kleiderablage frei.

Fachversammlung

des Fachgebietes „Elektrische Bahnen“. Leiter: Prof. Dr.-Ing. P. Müller VDE.

Vortrag

des Herrn Reg.-Baumeister a. D. H. Hermle, Berlin, am Donnerstag, dem 31. März 1938, 20⁰⁰, in der Technischen Hochschule, Charlottenburg, Hörsaal EB 301, über das Thema: „Fein- und vielstufige Regelung bei elektrischen Fahrzeugen“.

Eintritt und Kleiderablage frei.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Die nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um 18⁰⁰ im Jungingenieurzimmer des VDE-Hauses, Charlottenburg, Bismarckstraße 33, statt. Die Teilnahme ist frei. VDE-Mitgliedschaft ist nicht Bedingung.

Elektrophysik. Leiter: Dr.-Ing. F. Hauße VDE.

24. 3. 1938 „Über die Elektrizitätsleitung in Halbleitern“, Vortragender: Dipl.-Ing. E. Weise.

Industrieanlagen. Leiter: Dr.-Ing. R. v. Meibom VDE.

25. 3. 1938 „Antriebstechnik in der Nahrungsmittelindustrie“, Vortragender: Dipl.-Ing. H. Klaus.

Kabel und Freileitungen. Leiter: Dr.-Ing. F. Kaiser VDE.

28. 3. 1938 „Messungen an Fernsprechkabeln und die dazu notwendigen Meßgeräte“ (III. Teil), Vortragender: Ingenieur Chr. Kabler. Beginn: 18³⁰.

Elektrische Bahnen. Leiter: Reg.-Baumeister a. D. Dr.-Ing. H. Kother VDE.

29. 3. 1938 Vortrags- und Kurzberichterlei: Berechnung und Konstruktion der elektrischen Ausrüstung von Triebfahrzeugen. 3. Abend: „Vergleich der Entwürfe des Gleich- und Wechselstrombahnmotors; Einfluß auf die Achsenanordnung und das Baugewicht der elektrischen Triebfahrzeuge; Aussprache“, Vortragender: Dr.-Ing. H. Kother VDE, cand. ing. G. Schlachte.

Stromrichter. Leiter: Dr.-Ing. W. Bohlauf VDE.

30. 3. 1938 „Die Vorausberechnung von Glättungs- und Saugdrosselspulen“, Vortragender: Dr.-Ing. E. Kübler VDE.

Hochfrequenztechnik. Leiter: Dr.-Ing. A. Allering VDE.

31. 3. 1938 „Magnetfeld-Röhren“, Vortragender: Dipl.-Ing. F. W. Gundlach VDE.

Hochspannungstechnik. Leiter: Dr.-Ing. G. Hameister VDE.

1. 4. 1938 „Kunstharz-Preßstoffe in der Hochspannungstechnik und deren Prüfung“, Vortragender: Dr.-Ing. H. W. Meyer-Oldenburg VDE.

VDE Bezirk Berlin-Brandenburg

vormalis Elektrotechnischer Verein E. V.

Der Geschäftsführer:

Burghoff

Sitzungskalender.

VDE, Bezirk Niedersachsen, Stützpunkt Wilhelmshaven. 29. 3. (Di), 20⁰⁰, Altddeutsche Bierstuben: „Die Bedeutung von Sicherungen und Verriegelungen in der Schaltung elektromotorischer Antriebe und ihre technologische Auswertung“. Dipl.-Ing. Mattel.

VDE Bezirk Ostachsen, Dresden. 24. 3. (Do), 20⁰⁰, El. Inst. T. H.: „Erfahrungen aus dem Betrieb von fernsignalisierten Gleichrichterwerken“. E. E. Eckert.

VERSCHIEDENES.**PERSONLICHES.****H. Grob †.**

Am 14. Februar 1938, zwei Monate vor Vollendung seines 65. Lebensjahres, ist Herr Dipl.-Ing. Hugo Grob VDE an einer Herzhämorrhagie mitten im Getriebe seiner Arbeit schnell und schmerzlos aus dem Leben geschieden. Er wurde 1873 in St. Gallen geboren, besuchte das Gymnasium seiner Vaterstadt und erwarb 1898 an der T. H. Zürich das Ingenieurdiplom für Elektrotechnik. 1899/1901 bei Brown, Boveri & Cie. in Baden, 1901 bis 1906 in der Maschinenfabrik Oerlikon, befaßte er sich mit Problemen des Transformators und Drehstrommotors sowie mit Aufgaben der Hochspannungstechnik, worüber er stets in der ETZ berichtete. Aus dieser Zeit stammt von ihm die Vielfach-Queraufhängung der Fahrleitung in Bahnhöfen, wie sie erstmals auf der Burgdorf-Thun-Bahn und später allgemein ausgeführt wurde.

Im Jahre 1905/1906 geriet Hugo Grob zufälligerweise ins Gespräch mit Monteuren, die an einer Anlage für elektrische Zugbeleuchtung arbeiteten. Diese Begegnung mit einem für ihn neuen Gebiet sollte richtunggebend werden für seine weitere Laufbahn als Elektrotechniker. In seiner Freizeit studierte er nun mit der ihm eigenen Gründlichkeit die damaligen Systeme elektrischer Zugbeleuchtung, erkannte die wirtschaftliche Bedeutung der Aufgabe und die Mängel der bisherigen Lösungen. Nach kurzer Zeit verfügte er über neue bessere Vorschläge und fand nach einigen Bemühungen in Wüst & Cie, Seebach-Zürich, eine Firma, die sich dafür interessierte und mit der er von 1906 bis 1910 arbeitete. Der Rahmen erwies sich indessen als zu eng, und es war eine glückliche und fruchtbare Idee Grobs, die Julius Pintsch A.G., Berlin, die mit dem Gaslicht die deutsche Zugbeleuchtung beherrschte, für seine elektrischen Pläne zu interessieren. Daraus erwuchs eine von 1910 bis 1938, also über mehr als 27 Jahre sich erstreckende Zusammenarbeit, die nun durch den Tod ein ebenso jähes wie vorzeitiges Ende gefunden hat. Es glückte, 1920 dieses System Pintsch-Grob bei der Reichsbahn einzuführen. 1925 wurde dann dieses System durch ein von Hugo Grob weitgehend verbessertes Zugbeleuchtungssystem abgelöst, das 1926 von der Reichsbahn als Einheitsystem erklärt und einheitlich eingeführt wurde. Sein hierfür entwickelter Präzisionsregler fand in großen Massen auch für andere Industriezweige Verwendung.

Die von Hugo Grob geschaffenen Konstruktionen zeichnen sich aus durch ihre Einfachheit und physikalische Klarheit. Es war immer ein Genuß, ihm zuzuhören, wenn er z. B. den logischen Aufbau eines Schaltplanes, die Feinmechanik und Arbeitsweise des Kohledruck-Schnellreglers oder die besonderen Maßnahmen entwickelte, die seine wendepollose und in einem ungewöhnlich weiten Drehzahlbereich funkenfrei kommutierende Lichtmaschine ermöglichten.

Der maßgebende Antrieb zu seinen technischen Leistungen war ein Streben nach Vollkommenheit, ein Streben, das ihn

auch bis zur Unduldsamkeit an sich selbst arbeiten ließ. In der Musik, die er im Cellospiel aktiv ausübte, mag er die höchste Erfüllung seines Ideals gefunden haben. Der Heimat ist er stets treu geblieben, alljährlich benutzte er seinen Urlaub zu weiten Wanderungen in die Schweizer Berge. Deutschland aber und die Mark Brandenburg, deren Landschaft er ebenso gut kannte wie liebte, sind ihm eine zweite Heimat gewesen. Hier hat er treue Freunde und Mitarbeiter gefunden und die Möglichkeit, seine technischen Ideen zu verwirklichen. W. D.

W. Müller †. — Herr Dir. Wilhelm Müller VDE, der langjährige Leiter der Jenaer Elektrizitätswerke AG., ist im Alter von 55 Jahren am 27. 1. unerwartet gestorben, am gleichen Tage, an dem er sein 30jähriges Dienstjubiläum hätte feiern können.

Veranstaltungen anderer Vereine.

Außeninstitut der Technischen Hochschule, Berlin. 4. 4. (Mo) bis 9. 4. (Sa): Röntgenographischer Ferienkurs. Vortragender: Dozent Dr. habil. W. Hofmann. Täglich 9—11⁰⁰ Vortrag, 11—15⁰⁰ Übungen im Inst. f. Metallkunde, Berlin, Franklinstr. 29. Teilnehmerkarten: 100 RM.

Deutsche Gesellschaft für chemisches Apparatewesen und Fachgruppe Apparatebau der Wirtschaftsgruppe Maschinenbau, Berlin. 8. 4. (Fr). 10⁰⁰ bzw. 15⁰⁰ Hofmannhaus, Berlin, Sigismundstr. 4: Gemeinsame Arbeitstagung mit sieben Vorträgen. Anmeldungen sind bis 1. 4. an die Dechema, Potsdamer Str. 111, zu richten.

Deutsche Lichttechnische Gesellschaft, a) Bezirksgruppe Berlin. 31. 3. (Do), 17⁰⁰, T. H.: „Entwicklung der Lichtträger vom Kienspanhalter bis zur sogenannten elektrischen Krone“. A. Bösenberg. Verbunden mit einer Musterschau. **b) Bezirksgruppe Hannover.** 25. 3. (Fr). 20⁰⁰, Teilkampfschule, Am Rustplatz 16: „Mensch und Verkehrsunfall“. Dr.-Ing. H. Lossagk.

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:

Dr.-Ing. R. Elsner VDE, Nürnberg-O., Bulmannstr. 48.
Dr.-Ing. H. Hasse VDE, Berlin-Charlottenburg 1, Berliner Str. 57.
Dipl.-Ing. R. Moebes, Berlin-Siemensstadt, Schuckertdamm 332.
Obering. Dr.-Ing. K. Neuroth VDE, Breslau, Gabitzstr. 170.
Prof. F. Punga VDE, Darmstadt 2 Land, Moltkestr. 8.
Dipl.-Ing. W. Rödiger VDE, Berlin W 35, Buchenstr. 5.

Abschluß des Heftes: 18. März 1938.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE

Schriften sind nicht an eine persönliche Anschrift zu richten, sondern nur an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher: 84 19 55.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und nur mit Genehmigung des Verfassers und der Wissenschaftlichen Leitung der ETZ gestattet.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

59. Jahrgang

Berlin, 31. März 1938

Heft 13

Die stetig steuerbare gasgefüllte Verstärkerröhre und ihre Anwendung als Hochfrequenzerzeuger.

Von Johannes Nienhold, Berlin.

621. 385. 4. 029. 5

Übersicht. Die grundsätzlichen Eigenschaften einer stetig steuerbaren Entladungsröhre werden beschrieben; trotz Gasfüllung ist sie der Hochvakuumröhre sehr verwandt. Als allgemeiner Stromregler ist die Röhre auch zur Erzeugung sehr hoher Frequenzen geeignet.

1. Vorbemerkungen.

Hochfrequenzerzeuger erobern sich in zunehmendem Maße neue Anwendungsgebiete. Außer bei Sendern für drahtlose Telegraphie und Telephonie und in der leitungsgerichteten Telephonie werden sie verwendet bei medizinischen Geräten (z. B. Diathermie), bei elektrometallurgischen Einrichtungen (Schmelzöfen), beim elektrischen Kochen und Trocknen und neuerdings in der chemischen Technik (Veredlung von Stoffen) sowie in der Landwirtschaft (Schädlingsbekämpfung). Von den zahlreichen Formen der Hochfrequenzerzeugung (Maschinen, Löschfunken, Hochvakuumröhren, Gasröhren) ist eine besonders vom Verfasser entwickelte¹⁾ Form bis jetzt in der elektrotechnischen Praxis noch wenig bekannt. Da dieses Verfahren sowohl nach den Arbeiten des Verfassers als auch nach neueren in- und ausländischen Untersuchungen erfolgversprechend ist, soll darüber zusammenfassend berichtet werden.

Es handelt sich um ein gasgefülltes Steuerrohr, das einen vom Erregerentladungsraum getrennten Stellerraum besitzt. Eine beliebig erzeugte Erregerentladung (genauer ihr „Plasma“) tritt also hier in ihrer Gesamtheit an die Stelle des elektronenemittierenden Glühdrahtes im Hochvakuumrohr. Die aus ihr stammenden Elektronen fliegen durch eine durchbrochene Trennwand (Gitter) in den vom Erregerentladungsraum sonst abgeschlossenen Stellerraum, der das Steuergitter und die Hauptanode enthält (Abb. 1). Würden im Stellerraum die gleichen Verhältnisse herrschen wie im Hochvakuumrohr, so würde der Hauptanodenstrom auch den gleichen Steuerungsgesetzen gehorchen wie der Anodenstrom im Hochvakuumrohr. Nun enthält aber der Erregerentladungsraum und damit auch der Stellerraum ein Edelgas oder Metaldampf geringen Druckes. Im allgemeinen werden also die in den Stellerraum eintretenden schnelleren Elektronen beim Stoß auf Gasatome diese anregen und ionisieren. Ein gegen die Umgebung negativ aufgeladenes Steuergitter umgürtet sich dann in bekannter Weise mit einer Wolke positiver Ionen. Da die vom Gitter ausgehenden elektrischen Feldlinien aber an den Ionen endigen, bleibt der weitere Raum gitterfeldfrei, und damit ist jede elektrische Einwirkung des Gitters auf die in den Stellerraum eintretenden Elektronen unterbunden. (Werden die Gitteröffnungen so verengt, daß die Ionenwolken, die die einzelnen Gitterstege

umhüllen, sich berühren, dann zieht sich die Entladung meist zusammen und bricht an einer Stelle des Gitters durch; nur bei sehr schneller Spannungssteigerung gelingt bisweilen eine Löschung der Entladung.)

Doch lassen sich durch einen Kunstgriff²⁾ auch im gaserfüllten Raum Verhältnisse herstellen, die denen im Hochvakuumrohr sehr ähnlich sind. Wird nämlich der Abstand zwischen der Elektronenquelle des Stellerraumes darstellenden „Erregeranode“ und der Hauptanode so klein gemacht, daß die Elektronen die Strecke bis zur Anode durchlaufen, ohne mit Gasatomen zusammenzustoßen (also kleiner als die mittlere freie Weglänge der Elektronen), so wird eine Bildung von positiven Ionen verhindert, und die Steuerfähigkeit des Gitters im Gasraum wird der eines Gitters im Hochvakuum gleichgemacht. Der Anodenstrom dieser Gasentladungsröhre muß dann den Gesetzen für das Hochvakuum folgen.

2. Wirkungsweise der Gasentladungsröhre.

Den Aufbau einer solchen Röhre veranschaulicht Abb. 1. In seiner einfachsten Bauart besitzt sie vier Bauteile: die Kathode K (Hg- oder Glühkathode) und die Er-

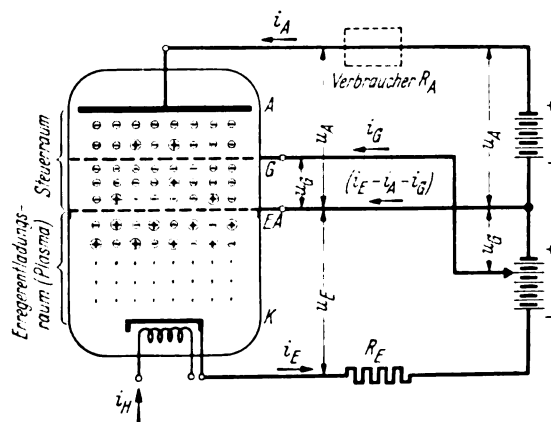


Abb. 1. Grundsätzlicher Röhrenaufbau und Schaltung zur Aufnahme der Röhrenkennlinien.

regeranode EA (auch virtuelle Kathode, Emissionsgitter, cath-anode genannt), zwischen denen die Elektronen liefernde Erregerentladung (in He, Ar oder Hg) brennt, das Steuergitter G und die Hauptanode A . Kathoden- und Entladungsart sind grundsätzlich gleichgültig; die Entladung muß nur eine genügend große Trägerzahl je Volumeneinheit unterhalb EA erzeugen. Bei den prak-

¹⁾ J. Nienhold: DRP 319 806 v. 7. 12. 1916; DRP 342 609 v. 29. 1. 1918; DRP 348 995 v. 1. 2. 1918; DRP 616 438 v. 26. 7. 1928.

²⁾ J. Nienhold: DRP 331 029 v. 25. 4. 1919 u. 349 921 v. 18. 1. 1920.

tischen Ausführungen wird daher je nach dem Verwendungszweck eine Glühkathode, eine selbstgeheizte flüssige Kathode oder eine fremdgeheizte Glühkathode angewandt. Weiterhin ist es gleichgültig, ob der Steueranodenraum am Kopf des Rohres („Kopfstromverstärker“) liegt oder ob er konzentrisch den Erregerraum umgibt („Wandstromverstärker“) oder ob EA nur als Stab- oder Ringanode ausgebildet ist.

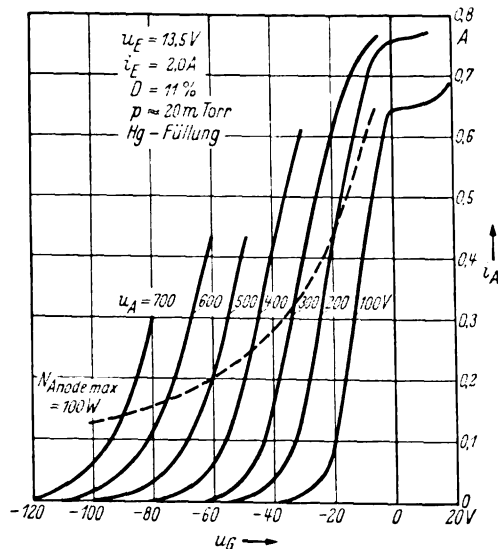


Abb. 2. Anodische Kennlinien $i_A = f(u_G)$ und Grenzbelastung N_{max} der Anode bei negativer Gitterspannung.

EA ist in der Abb. 1 als Gitter ausgeführt. Aus seiner Oberfläche quellen, gleichmäßig verteilt, die Elektronen, welche je nach Größe und Richtung der „Steuerfeldstärke“ mehr oder weniger nach A gelangen. Die Steuerfeldstärke bzw. die Steuerspannung u_{St} setzt sich (Hochvakuumeigenschaft der Steuerentladung vorausgesetzt) aus der Anodenspannung u_A und der Gitterspannung u_G bei einem Durchgriff D (von A durch die Maschen von G auf EA) entsprechend $u_{St} = u_G + D u_A$ zusammen. Ist u_G , immer auf EA bezogen, genügend positiv, dann werden die in den Steueranodenraum eintretenden Elektronen von G angezogen, und infolge dieser Nachbeschleunigung gelangt ein immer größerer Teil der an EA verfügbaren Elektronen nach A. Natürlich darf u_G dabei nicht etwa die Höhe der Anodenspannung erreichen; sonst schwächt einerseits der in das Gitter eintretende Elektronenstrom den Anodenstrom i_A merklich (Nebenanodenstrom), andererseits greift das elektrische Feld des Steuergitters und der Hauptanode durch die Netzmaschen der Erregeranode hindurch in den Erregerentladungsraum, in dem es die Elektronen in der Nähe von EA „nachbeschleunigt“.

Ist u_G stark negativ, so gelangen nur sehr schnelle Elektronen, also nur eine kleine Anzahl, in den Steueranodenraum. Die Elektronen mit kleinerer Geschwindigkeit werden durch das bremsende Steuerfeld schon bald in ihrem Flug verzögert, um in gekrümmten Bahnen auf die Rückseite der Erregeranode zu treffen. Der von K ausgehende Elektronenstrom tritt also in unverminderter Stärke in EA wieder ein. Ist u_G weniger negativ, so wird ein Teil der durch die Maschen von EA fliegenden Elektronen A erreichen.

Die Steuereigenschaften der Entladungsröhre seien an Hand der Schaltung Abb. 1 mit $R_A = 0$ durch die anodischen Kennlinien der Abb. 2 näher erläutert. Bei festgehaltenen Werten der Stromstärke i_E , der Brennspannung u_F der Erregerentladung und der Anodenspannung u_A steigt der Anodenstrom i_A mit zunehmender Gitterspannung u_G an. In einem mittleren Bereich herrscht genau wie bei der Hochvakuumröhre Proportionalität zwischen Gitterspannungs- und Anoden-

stromänderung, was ihre Eignung als Verstärkerröhre begründet. Beispielsweise besitzt die in Abb. 2 gemessene Röhre eine größte Steilheit $S = 35 \text{ mA/V}$; aus der waagerechten Verschiebung der Kennlinien für verschiedene u_A bei konstantem i_A entnimmt man einen Durchgriff $D = 11 \%$. Durchgriff und Steilheit verhalten sich also trotz Gasfüllung des Rohres wie die entsprechenden Größen eines Hochvakuumrohres. Die mit den neuen Entladungsröhren erzielten Steilheiten sind demnach ein Vielfaches der mit Elektronenröhren gleicher Leistung oder gleicher äußerer Abmessungen erreichbaren. Die Größe des nach A und G fließenden Elektronensättigungsstroms i_S (angedeuteter Sättigungsknick der Kurven der Abb. 2) steht bei homogener Trägerdichte vor EA in einem einfachen, von den Abmessungen von EA abhängigen Verhältnis zum Strom i_E der Erregerentladung; wir wollen dieses den Emissionsfaktor ε der virtuellen Kathode nennen:

$$\varepsilon = \frac{i_S}{i_E} = \frac{\text{Fläche der Emissionsgitteröffnungen}}{\text{Fläche der Öffnungen + Schattenfläche der Drähte von EA}}$$

Bei den vorliegenden Röhrentypen war bei gestanzter Erregeranode $\varepsilon = 0,4$ bis $0,7$, bei gewickelter feindrätiger Erregeranode war $\varepsilon = 0,6$ bis $0,9$.

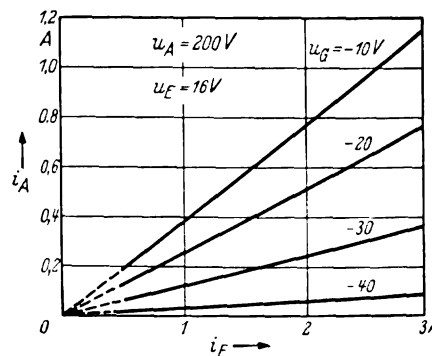


Abb. 3. Abhängigkeit des Anodenstromes i_A vom Erregerstrom i_E .

Eine für die neue Entladungsröhre kennzeichnende Eigenschaft ist durch die Beziehung zwischen Anodenstrom i_A und Erregerstrom i_E gegeben. Ändert man nämlich i_E bei festem u_G , u_E und u_A etwa durch Änderung von R_E (Abb. 1), so ändert sich auch der Anodenstrom i_A , wie Abb. 3 für verschiedene u_G als Parameter zeigt. Erregerstromänderungen geben also proportionale Anodenstromänderungen. Weiter zeigt Abb. 3, daß die für eine bestimmte Gitterspannungsdifferenz erzielte Anodenstromänderung, also die Steilheit, mit wachsendem i_E proportional zunimmt. Auch hier besteht eine Analogie zur Hochvakuumröhre, deren Steilheit ebenfalls mit dem Emissionsstrom bzw. der Kathodentemperatur ansteigt. Während aber dort die Temperaturträgheit sich schnellen Emissionsänderungen entgegenstellt, ist hier durch eine besondere Elektrode im Erregerraum (dem Rand von EA sich anschmiegender Rahmen oder Ring), durch Stromüberlagerung im Erregerkreis oder durch magnetische Ablenkfelder eine trägheitsarme Steuerung von i_E möglich. Daher läßt sich die oben angegebene Steilheit durch gleichzeitige Vergrößerung von i_E noch weiter beträchtlich erhöhen. Eine gleichzeitige Änderung von i_E wird etwa durch Widerstandskopplung des Steueranodenraumes mit dem Erregerraum erreicht, indem R_E (Abb. 1) in den dem Anoden- und Erregerstromkreis gemeinsamen Leitungsteil, d. h. unmittelbar vor EA, umgelegt wird.

Im folgenden möge der Einfluß des Gasdruckes auf die Röhrenkennlinie betrachtet werden. Der die aktive Kathodenschicht zerstörende „Trommeleffekt“³⁾ der posi-

³⁾ A. Gehlerts, Z. techn. Phys. 14 (1933) S. 145.

tiven Ionen tritt in Hg, Ar, Ne bei Brennspannungen $u_E > 25$ V ein, bei He bei $u_E > 40$ V. Der Gasdruck darf also nicht so klein sein, daß u_E über diese kritischen Werte steigt. Die obere Druckgrenze wird bestimmt durch die Bedingung der Fernhaltung von Entladungsdurchbrüchen. Der verwendbare Druckbereich beträgt knapp eine Zehnerpotenz; er liegt für Ar bei $p = 0,03$ bis $0,15$ Torr; Ne:

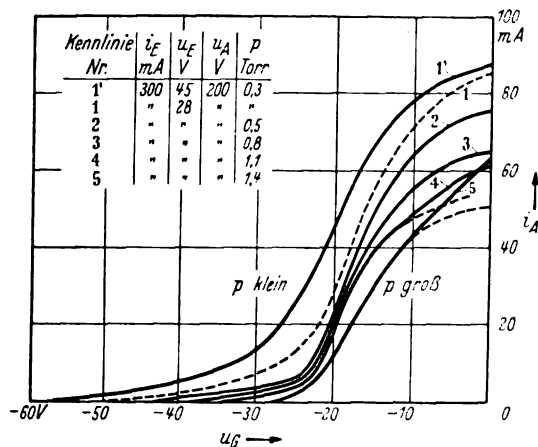


Abb. 4. Druckabhängigkeit der anodischen Kennlinien für ein mit Helium gefülltes Rohr.

$p = 0,15$ bis $0,7$ Torr; He: $p = 0,3$ bis $1,5$ Torr; Hg: $p = 8$ bis 40 m Torr. He gestattet wegen seiner größten mittleren Weglänge und seiner geringsten Ionisierungswahrscheinlichkeit den größten Druck. Abb. 4 zeigt Kennlinien mit verschiedenem Druck p als Parameter. Mit steigendem p sinkt nach der Theorie⁴⁾ die Elektronentemperatur eines Plasmas. Die dabei abnehmende mittlere Elektronengeschwindigkeit an EA erschwert das Anlaufen der Elektronen gegen das negative Steuerfeld, wodurch eine Verschiebung des unteren Kennlinienteiles nach rechts stattfindet. Ähnlich wirkt eine Senkung⁵⁾ von u_E (Kurve 1'). Mit steigendem p nimmt die Elektronenkonzentration im Entladungsraum proportional zu⁶⁾. Bei festem i_E sinkt aber die mittlere Elektronengeschwindigkeit, es steigt daher die Elektronenraumladung an EA, und es verringert sich im Gebiet um $u_G \approx 0$ der Anodenstrom⁷⁾. Bei den Kurven 4 und 5 tritt infolge des hohen p bereits störende Ionisierung zwischen G und A auf; der gestrichelte Verlauf gilt für fehlende Ionisierung, erhalten durch Verbindung von G mit A, wodurch das elektrische Feld zwischen beiden verschwindet. (Die Steuerspannung wird dabei festgehalten!) Das Einsetzen der Ionisierung ist zu verstehen aus der mittleren freien Elektronenweglänge ($p = 1,1$ Torr, $\lambda \approx 0,7$ bis 1 mm), die annähernd gleich ist dem Abstand $GA \approx 0,8$ mm und der Gegenüberstellung der Ionisierungsspannung von 25 V mit den angegebenen Werten von u_A und u_G . Abb. 5 zeigt schematisch die Druckabhängigkeit der Kennlinien auch bei posi-

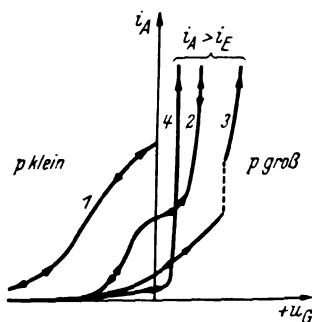


Abb. 5. Schematische Druckabhängigkeit der anodischen Kennlinien (Einzelpfiff: irreversibler, Doppelpfiff: reversibler Arbeitsbereich).

tiven u_G . Während bei kleinem p Hysterese- und Sprungfreiheit herrscht, wird bei großem p eine Entladung im Steuerraum gezündet, wobei i_A nur durch den Widerstand im Anodenkreis begrenzt wird: die Kennlinie 4 ist mit der einer un stetig steuerbaren Entladungsröhre (Thyratron, Stromtor) identisch.

Der Gitterstrom ist bei den zur Schwingungserzeugung benutzten Röhren von geringerer Bedeutung als bei Röhren für Verstärker. Dennoch sei hier auf die Gitterstromverhältnisse eingegangen, weil sie das oben gegebene Bild von den Vorgängen in der Röhre wesentlich ergänzen. Da sich ein ungestörtes Plasma nur zwischen K und EA befindet, kann man G als eine Sonde auffassen, die durch die Löcher von EA durchgreift.

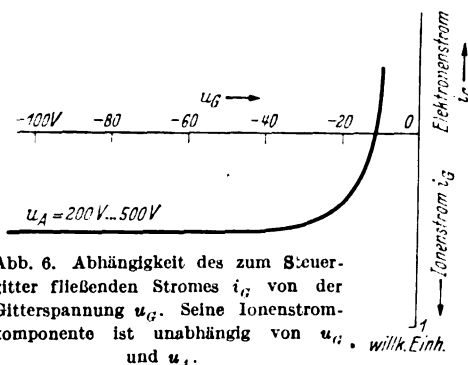


Abb. 6. Abhängigkeit des zum Steuergitter fließenden Stromes i_G von der Gitterspannung u_G . Seine Ionenstromkomponente ist unabhängig von u_G , willk. Einh. und u_A .

Dann müßte die Abhängigkeit des Gitterstroms i_G von u_G dem Verlauf einer Sondenkenlinie⁸⁾ entsprechen. Für die ebene Sonde, also ein ausgedehntes Gitter, wäre dann bei genügend negativem u_G der positive Ionenstrom zum Gitter unabhängig von u_G . (Mit wachsendem negativem u_G nimmt nur die Schichtdicke der Raumladung zu.) Abb. 6 zeigt die Gitterstrom-Kennlinie, die tatsächlich den oben beschriebenen Verlauf hat⁹⁾. Da nach der Sonden-

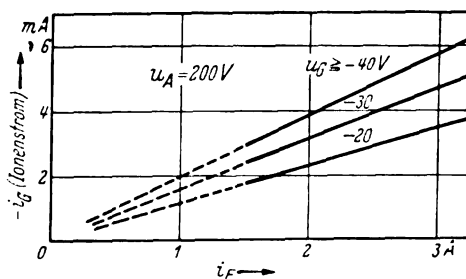


Abb. 7. Abhängigkeit des Gitterstromes i_G vom Erregerstrom i_E . Die oberste Kennlinie für $u_G = -40$ V gilt auch für alle $u_G > -40$ V.

theorie der Ionenstrom i_G proportional der Trägerkonzentration sein muß, müßte bei festem u_A und u_G auch i_G proportional i_E und unabhängig von i_A sein. Daß diese Beziehung erfüllt ist, zeigt Abb. 7. Die Größe von i_G richtet sich ferner nach der wirksamen Gitterfläche: Unter gleichen Umständen ist i_G um so größer, je kleiner das Verhältnis der Fläche der Gitteröffnungen zur gesamten Gitterfläche ist. Bei den untersuchten Röhren war der Höchstwert des Ionenstromes $i_G = 2\% \cdot i_E$.

Bei schwach negativem bzw. bei positivem u_G wird der Ionenstrom zum Gitter vom Elektronenstrom in immer stärkerem Maße abgelöst; hier ist — vom Maßstab abgesehen — die Gitterstrom-Kennlinie der Anodenstrom-Kennlinie ähnlich (Abb. 8). Bei noch höherem positivem u_G steigt i_G schnell an, wobei i_A wieder sinkt. Der Dynatronteil der Kennlinie unserer Röhre ist hier vorhanden wie bei einer Hochvakuumröhre. — Es hat sich gezeigt, daß der Gitterionenstrom mit der Brennspan-

⁴⁾ A. v. Engel u. M. Steenbeck, El. Gasentladungen, Bd. 2, S. 86; Berlin: J. Springer 1934.

⁵⁾ Verändertes u_E bei $p = \text{konst.}$ durch Heizstromänderung!

⁶⁾ A. v. Engel u. M. Steenbeck, Wiss. Veröff. Siemens-Werk. 15 (1936) H. 3, S. 52.

⁷⁾ Sind die Bedingungen des „Quasihochvakuums“ im Steuerraum nicht erfüllt, so findet Ionisierung in Anodennähe statt und die Kennlinien haben mit größerem Druck eine größere Steilheit, verlaufen also umgekehrt wie in Abb. 4. Vgl. H. Rothe u. W. Kleen, Telefunkenztg. 16 (1935) S. 48, Abb. 46a.

⁸⁾ R. Seeliger, Physik d. Gasentladungen; Leipzig: J. A. Barth 1934. Kapitel III. Abschnitt: Wandströme (Theorie der Sonden). A. v. Engel u. M. Steenbeck, El. Gasentl. Bd. 2, § 14, Abb. 16. Berlin: J. Springer 1934.

⁹⁾ Wird Ionisation in Anodennähe nicht vermieden, so tritt eine für die Verstärkung ungünstige fallende Gitterkennlinie auf.

nung u_E und mit fallendem Druck ansteigt. Der Grund ist der gleiche, wie er bei Abb. 4 (Kurve 1 und 1') genannt wurde.

Natürlich lassen sich die Mehrgitterprinzipien der Hochvakuumröhre auf die Gasverstärkerröhre anwenden, war doch das Emissionsgitter der Gasverstärkerröhre

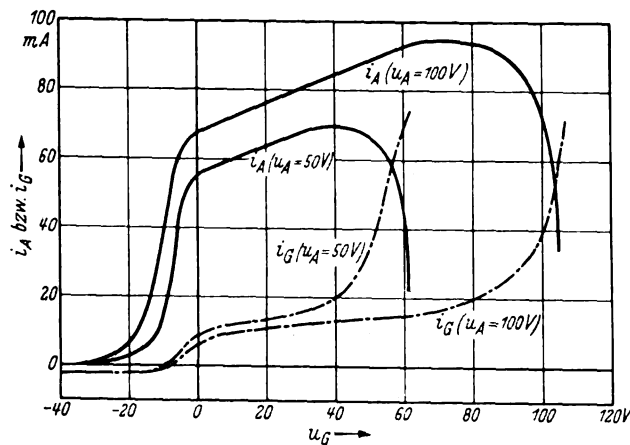


Abb. 8. Gitter- und Anodenstromkennlinien bei positiver Gitterspannung.

historisch der Vorläufer des Raumladegitters der Hochvakuumröhre. Dadurch, daß die Erregeranode EA bei allen Mehrgitterröhren hinzukommt, erhöht sich jedoch beispielsweise die Elektrodenanzahl der gasgefüllten Schirmgitterpenthode von fünf auf sechs Elektroden.

3. Hochfrequenzzeugung.

Wenn die vorstehenden Überlegungen zu Recht bestehen, insbesondere daß im Steuerraum des neuen Entladungsröhres eine nennenswerte Nachionisation im Gas, durch die aus dem Erregeraum stammenden Elektronen nicht stattfinden kann, dann muß es auch möglich sein, die neue Röhrenart ebenso wie eine Hochvakuumröhre zur

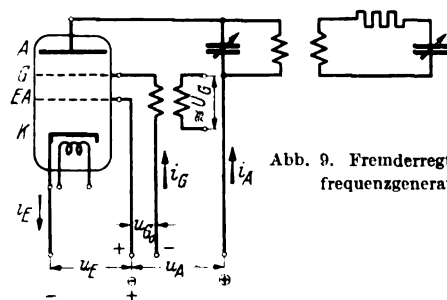


Abb. 9. Fremderregter Hochfrequenzgenerator.

Erzeugung hochfrequenter Schwingungen zu benutzen. Steigert man also die Frequenz der Gitterspannung, so werden die Elektronen den Spannungsschwingungen ohne weiteres folgen, während die im Steuerraum vorhandenen Ionen wegen ihrer trägen Masse immer geringere Amplituden ausführen. Die durch die häufigeren Elektronenstöße steigende Neuionisation und Konzentration kompensiert weiter die Elektronenraumladung im Steuerraum, so daß damit ein Absinken des mittleren Spannungsabfalles zwischen EA und A eintreten kann. Bei hohen Frequenzen (10^7 bis 10^8 Hz) bleiben schließlich die positiven Ionen am Ort liegen, die Elektronen pendeln fortschreitend um diese herum. Verzögerungserscheinungen können daher wegen der festliegenden positiven Raumladungen nicht mehr auftreten.

Daß aber auch eine Frequenzzeugung von etwa 10^6 Hz ohne weiteres möglich ist, sei an einem Versuchsbeispiel erläutert. Eine quecksilberdampfgefüllte Röhre mit Glühkathode wurde in der Schaltung Abb. 9

Zahlentafel 1. Meßergebnisse.

u_A V	i_A mA	$-u_G$ V	U_G V	i_G mA	N_N W	η %
400	230	100	196	70	62	67
400	170	150	196	36	50	73
500	280	100	196	40	90	64
600	350	100	195	50	120	57
700	380	100	190	34	140	53

($u_E = 14$ V; $i_E = 2$ A).

bei $0,65 \cdot 10^6$ Hz ($\lambda = 460$ m) untersucht; Zahlentafel 1 enthält einige der Meßergebnisse. Es bedeuten: u_A und i_A Anodengleichspannung bzw. mittlerer Anodengleichstrom, u_G die Gittervorspannung, U_G den Scheitelwert der Gitterwechselspannung, i_G den mittleren Gittergleichstrom, N_N die Nutzleistung im Antennenkreis, η den Wirkungsgrad. Festgehalten wurde die Wechselspannung U_G am Steuergitter, verändert wurde die Anodenspannung u_A , was eine Nachregelung der Vorspannung u_G zur Erzielung des Höchstwertes der abgegebenen Leistung notwendig machte. Auffällig an den Meßergebnissen ist, daß der Wirkungsgrad η , d. i. die abgegebene Nutzleistung N_N im Antennenkreis bezogen auf die Anodenkreisleistung $u_A i_A$, mit sinkender Anodenspannung wächst, eine Eigenschaft, die im Gegensatz zu der der Hochvakuumröhre steht¹⁰). Vermutlich hängt dies zu-

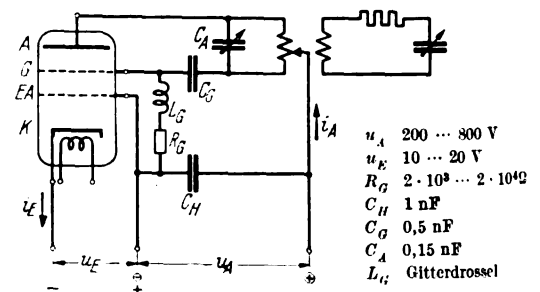


Abb. 10. Selbsterregter Hochfrequenzgenerator.

sammen mit dem geringen Spannungsabfall zwischen EA und A der neuen Röhre. Diese kleinere Anodenspannung ist einmal die Folge der teilweisen Raumladeungskompensation, welche die Elektronen durch die positiven Ionen im Steuerraum erfahren, die zwar gering an Zahl sind, wegen ihrer kleinen Geschwindigkeit aber doch lange verweilen. Dazu kommt, daß durch die in dieser Röhre vorgenommene Umwandlung von der kleinen Glühdrahtfläche im Erregeraum auf die große emittierende Fläche von EA eine sehr viel kleinere Sättigungsspannung als bei Hochvakuumröhren auftritt. Für $i_A = i_E/2$ sind für $i_E = 0,5$ bis 3 A Spannungen $u_A = 55$ bis 20 V nötig.

Die Verwendung der neuen Röhre für die Schwingungserzeugung bietet eine große Annehmlichkeit hinsichtlich der einfachen Einstellung der Schwingungsleistung, die durch Änderung von i_E möglich ist, während bei Hochvakuumröhrensendern die bedeutend schwierigere Regelung von u_A erforderlich ist.

Eine Versuchsschaltung für hohe Frequenzen zeigt Abb. 10 (Hartley-Schaltung). Mit dieser gelang es, unter Benutzung einer Röhre der oben beschriebenen Art eine Frequenz zwischen $1,5$ und $3 \cdot 10^7$ Hz ($\lambda = 10$ bzw. 20 m) zu erzeugen. Die bei Abb. 10 angegebenen Zahlen geben Anhaltspunkte über die Leistungs-, Spannungs- und Stromverhältnisse. Danach ist es schon mit der üblichen Ausführung der neuen Gasentladungsröhre möglich, in dem angegebenen Frequenzbereich Nutzleistungen von 50 bis 100 W zu erzeugen. Mit besonders ausgeführten Röhren sind also Fortschritte in Richtung kleinerer Wellenlängen und höherer Nutzleistung zu erwarten.

¹⁰⁾ Vgl. H. Barkhausen, Lehrb. d. Elektronen-Röhren, Bd. 2, § 22 u. 23. Leipzig: S. Hirzel 1933.

Für Telephoniesender ist eine Modulation der Hochfrequenz mit der neuen Röhre in sehr einfacher Weise möglich. Man denke sich in Abb. 1 zu R_F einen Transformator für den Sprechstrom in Reihe geschaltet; die mittelfrequente Sprachschwingung wird also nicht wie üblich dem Gitter des Rohres, sondern dem Erregerkreis aufgedrückt. Der Niederfrequenzstrom bewirkt hier unmittelbar Erregerstromschwankungen, die Röhre arbeitet also gleichsam wie eine Hochvakuumröhre mit trägheitsloser Glühkathode, deren Elektronenemissionsstrom der Sprachamplitude proportional ist. Während bei Hochvakuumröhren die Güte der Modulation bei größeren Wirkungsgraden wegen Einbeziehung des nichtlinearen Teiles der Röhrenkennlinie sinkt, ist hier grundsätzlich Proportionalität zwischen Modulationsstrom und Erregerstrom vorhanden (Abb. 3). Dieses Modulationsverfahren vermeidet die bei Elektronenröhrensendern bekannte Schwierigkeit, daß bei positivem u_G der Gitterstrom so hoch wird, daß entweder eine unzulässige veränderliche Rückwirkung (Verzerrung) auf die Spannung des Steuer-senders ausgeübt wird oder daß dessen Leistung beträchtlich hoch werden muß.

4. Aussichten, Zusammenfassung.

Die Entwicklungsaussichten der vorläufig nur für Leistungen von einigen 100 W und Anodenspannungen bis 1 kV hergestellten Entladungsröhren¹¹⁾ lassen sich beurteilen, indem man ihre Eigenschaften denen der Hochvakuumröhren gegenüberstellt. Dies erscheint heute darum um so notwendiger, weil gerade in jüngster Zeit eine Reihe insbesondere ausländischer Arbeiten (s. Schrifttum am Schluß) über diese in Deutschland zuerst entwickelte Röhrenart erschienen sind, die übrigens in mancher Hinsicht einer Berichtigung bedürfen. Des besseren Verständnisses halber seien kurz die Vorteile der neuen Röhre zusammengestellt:

- a) Die Kathode kann nach gasentladungstechnischen und thermischen Gesichtspunkten allein ausgebildet werden.
- b) Die bei Hochvakuumröhren lästigen elektrostatischen Kräfte auf die Kathode fehlen; eine mechanische Spannung des Heizfadens und eine genaue Justierung der Kathode ist unnötig.
- c) Ungleichmäßige kathodische Elektronenemission fehlt, da keinerlei Schattenbildung benachbarter Elektroden vorhanden ist.
- d) Infolge a) bis c) hat sich eine hohe Lebensdauer ergeben: bei Hohlblockkathoden 3000 bis 9000 h, bei flüssiger Hg-Bogenkathode 10 000 bis 30 000 h.
- e) Dem Steuergitter wird von der Kathode keine wesentliche Wärmemenge zugestrahlt, es wird ferner nicht getroffen von etwa der Kathode entstammendem aktivem Stoff (Barium) und behält daher seine geringe Elektronenemission unverändert bei.
- f) Die von der Anode oder dem Gitter nach der Kathode hin beschleunigten Ionenstrahlen können bei richtiger geometrischer Anordnung auf die Kathode keine Trommelwirkung ausüben.
- g) Die anodische Verlustwärme ist hier um die Kathodenheizleistung geringer als bei Hochvakuumröhren.
- h) Starke Kühlung der Anode durch die Gas- oder Dampffüllung besonders bei He.
- i) Aus a) folgt, daß ein verzögerungsfreies Anlassen durch selbstgeheizte Kathoden bzw. ein Schnellanlassen mittels Kathoden geringer Wärmekapazität möglich ist.

¹¹⁾ Die Arbeiten sind von den Firmen Deutsche Telefonwerke u. Kabelindustrie AG., Siemens & Halske AG., Telefunken-Ges. für drahtlose Telegraphie sehr gefördert worden.

- j) Der Spannungsabfall im Steuerraum ist bei gleichem i_A viel geringer als der einer Hochvakuumröhre gleicher Leistung, die (größte) Steilheit ist ein Vielfaches der einer Hochvakuumröhre gleichen Sättigungsstromes.
- k) Die Kapazität Anode/Gitter ist kleiner als die einer Hochvakuumröhre gleicher Leistung, denn der hier erforderliche geringe Abstand Erregeranode/Hauptanode wird weit mehr als ausgeglichen durch die kleinere wirksame Gitterfläche; letzteres ist stattdessen wegen der höheren Anodenstromdichte, welche die Raumladungskompensation an EA bedingt. Dies zeigt sich um so mehr, je höher die Verlustleistung der Röhre ist.

Welche Nachteile hat das neue Rohr und welche sind ihm zu Unrecht nachgesagt? Der zur Unterbindung störender Ionisation erforderliche kleine Abstand der Steuer-raumelektroden (Zehntel Millimeter) macht präzisionsmechanische Herstellung¹²⁾ notwendig, die heute durch die neuzeitlichen hochfrequenzverlustarmen keramischen Werkstoffe möglich ist. Die besondere Erregerentladung erfordert eine besondere Spannungsquelle, was aber beim Arbeiten aus dem Wechselstromnetz keine Schwierigkeiten mehr bietet. Leistungsmäßige Nachteile sind damit nicht verknüpft. — Vielfach wird der Gitterstrom als störend empfunden. Bei Wechselstromverstärkern ist aber nur die Änderung des Gitterstromes mit u_G bzw. u_A hinderlich; nach Abb. 6 ist diese sehr gering. Bei Hochfrequenzern spielen Größe und Richtung des Gitterstromes praktisch überhaupt keine Rolle. Eine Erhöhung der Spannungsfestigkeit über 1 kV Betriebsspannung dürfte nach dem oben Gesagten heute durchaus möglich sein.

Um Irrtümern vorzubeugen, sei noch einmal darauf hingewiesen, daß alle oben erwähnten Eigenschaften nur für Röhren gelten, bei denen in Kathodennähe Ionisation (Erregeraum!), dagegen in Anodennähe (zwischen Steuergitter und Verstärkeranode) keine Ionisation stattfindet. Demgegenüber stehen die gasgefüllten Verstärkerrohre, die in Kathodennähe (zwischen Kathode und Steuergitter) keine Ionisation, aber in Anodennähe (zwischen Steuergitter oder einem Ionenraumladungsgitter und der Verstärkeranode) Ionisation haben. Die einfachste Ausführung der letzteren Röhrenart erhält man, indem Hochvakuum-Verstärkerrohre unter Beibehaltung der üblichen Abmessungen mit Edelgas gefüllt werden (Audion der Radio-Corporation USA); Röhren der zweiten Art (mit Glühkathode in Hg-Dampf und besonderer Kühlzone zwischen Kathode und Steuergitter) beschreibt auch das Zentral-Radiolabor Leningrad in seiner UdSSR-Patentanm. Nr. 141 392 vom 31. 1. 34, ferner H. Rothe und W. Kleen in der Telefunkenztg. 16 (1935) S. 44. Da sich bei all diesen Röhren zweiter Art die Entladung mit einer gewissen zeitlichen Verzögerung aufbaut, ist die Verstärkung schon von 10^4 Hz an frequenzabhängig, und ferner ist die Anodenspannung wegen des Trommelleffektes begrenzt. Diese Röhren haben daher für Hochfrequenz keine praktische Bedeutung.

¹²⁾ Siehe M. J. O. Strutt, ETZ 58 (1937) H. 5, S. 113.

Weiteres Schrifttum:

- E. Lübeck u. W. Schottky, Wiss. Veröff. Siemens-Werk. 9 (1930) H. 1, S. 390. E. Lübeck, Z. techn. Phys. 8 (1927) S. 445; ETZ 52 (1931) S. 1513. E. Kobel, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 24 (1933) S. 41. F. Schröter, Telefunkenröhre (1935) H. 3, S. 103. H. Rukop, Physik i. regeln. Ber. 4 (1936) S. 237. A. Glaser, ETZ 57 (1936) S. 399. H. G. Boumeester u. M. J. Druyvesteyn, Philips techn. Rdsch. 1 (1936) S. 371. J. D. Le Van u. P. T. Weeks, Proc. Inst. Rad. Engrs., N. Y. 24 (1936) S. 180. P. Drewell, Z. techn. Phys. 17 (1936) S. 249.

Die Gewinnung von drehfeldrichtungsabhängigen Spannungen und ihre Verwendung für die Anzeige der Phasenfolge eines Drehstromnetzes.

Von R. Rübsaat VDE, Berlin.

621. 317. 773

Übersicht. Mehrere Möglichkeiten der Erzeugung einer von der Richtung eines elektrischen Drehfeldes abhängigen Spannung zur Bestimmung der Phasenfolge werden untersucht¹⁾. Insbesondere wird der Umfang der Anwendungsmöglichkeit eines bekannten, ohne bewegliche Teile arbeitenden Drehfeldrichtungsanzeigers²⁾ einer kritischen Betrachtung unterzogen. Auf zwei weitere Verfahren wird hingewiesen, die es gestatten, in Abhängigkeit von der Phasenfolge eines Drehstromnetzes die verkettete oder aber die Phasenspannung zu gewinnen.

Die Eigenschaft vieler Geräte in Drehstromanlagen, in ihrer Wirkungsweise von der Phasenfolge abhängig zu sein, ist allgemein bekannt. Blindleistungszähler müssen

die dritte jedoch vorwiegend induktiv oder kapazitiv, so ist der Sternpunkt stets aus seiner Schwerpunktslage verschoben. Die Größe dieser Verschiebung und die Lage des Sternpunktes innerhalb des Diagramms wird dabei sowohl durch Betrag und Phase der einzelnen Belastungen beeinflusst als auch durch die Phasenfolge des angelegten Drehstromnetzes.

Eine bekannte Anwendung dieser Überlegungen ist der Drehfeld-Richtungsanzeiger der AEG nach R. Schmidt. Zwei ohmsche Widerstände R sind zusammen mit einem Kondensator C in Stern geschaltet. Das sich ergebende Schaltbild zeigt Abb. 1. Die Widerstände R bestehen hier aus der Hintereinanderschaltung einer kleinen Glühlampe und eines Teilwiderstandes R_1 . Legen wir diese Kombination an die Spannungen eines Drehstromnetzes, so werden wir je nach Phasenfolge das Aufleuchten der einen oder der anderen Lampe beobachten können. Die Ströme I_r und I_t (oder auch die Spannungen $U_r = I_r R$ und $U_t = I_t R$) ändern sich also ihrer Größe nach in Abhängigkeit von der Drehfeldrichtung.

Die rechnerische Behandlung der vorliegenden Aufgabe liefert als Ergebnis für die Beträge der Ströme:

$$|I_t| = \frac{U}{4R + \omega^2 C^2 R^3} \times \sqrt{\omega^4 C^4 R^4 + 1,73 \omega^3 C^3 R^3 + 5 \omega^2 C^2 R^2 + 6,93 \omega C R + 4}$$

$$|I_r| = \frac{U}{4R + \omega^2 C^2 R^3} \times \sqrt{\omega^4 C^4 R^4 - 1,73 \omega^3 C^3 R^3 + 5 \omega^2 C^2 R^2 - 6,93 \omega C R + 4}$$

Unter Voraussetzung, daß $U_r + U_s + U_t = 0$ und $I_r + I_s + I_t = 0$ ist, finden wir als Lösungsansätze:

$$\text{I.) } I_t = U_r \frac{1}{R_t + R_r + R_s} \quad \text{II.) } I_s = -U_r \frac{1}{R_s + R_r + R_t}$$

Ersetzen wir: $I_t = I_r \left(1 + \frac{R_r}{R_s}\right)$ in Gl. I und

$$I_s = I_r \left(1 + \frac{R_r}{R_t}\right) \text{ in Gl. II, so ergibt sich}$$

$$\text{III.) } I_r = (U_r R_s - U_s R_t) \frac{1}{R_r R_s + R_r R_t + R_s R_t}$$

und entsprechend:

$$\text{IV.) } I_t = (U_t R_r - U_r R_s) \frac{1}{R_s R_r + R_r R_t + R_s R_t}$$

Nach Einsetzen der Werte

$$R_t = R_r = R, \quad R_s = \frac{1}{j \omega C}, \quad U_s = U, \quad U_r = U e^{j \frac{2\pi}{3}}, \quad U_t = U e^{-j \frac{2\pi}{3}}$$

und nach einigen Umrechnungen folgt für die Beträge der oben angegebene Wert.

Günstig wäre, wenn einer dieser beiden Ströme den Wert Null annehmen würde, während der andere gleichzeitig möglichst groß wird. Es liegt daher nahe, das Verhältnis $I_t/I_r = \mu$ zu bilden und dessen Maximalwert zu suchen. Durch Differentiation und Nullsetzen des Differentialquotienten von μ erhalten wir als einzige reelle Lösung $R \omega C = 1$ und den Wert $\mu_{\max} = 3,73$. Werden die Schaltelemente entsprechend diesem Ergebnis bemessen,

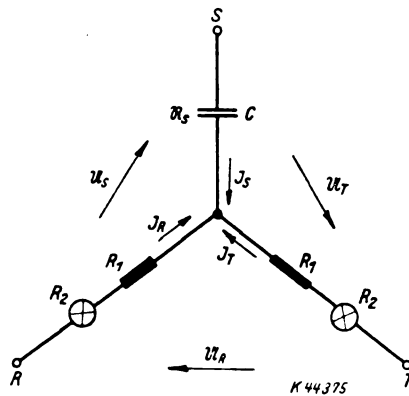


Abb. 1. Prinzipschaltbild eines Drehfeldrichtungsanzeigers nach R. Schmidt.

beispielsweise mit der gleichen Phasenfolge angeschlossen werden, mit der sie auch geeicht wurden, da sonst eine wesentliche oder sogar vollkommene Fehlansage der zu messenden Größe erhalten wird. Ein Ausschlag des Meßinstrumentes ist jedoch auch bei falscher Phasenfolge zu erzielen, so daß der Fehlschluß nur durch genauen Vergleich mit einem nachweisbar richtig angeschlossenem Gerät bemerkt werden kann.

Die Kenntnis der Phasenfolge eines Netzes oder aber eine einfache und sichere Möglichkeit zu ihrer Bestimmung ist mithin von nicht zu unterschätzender Bedeutung. Im nachfolgenden werden einige Verfahren zur Bestimmung der Richtung eines elektrischen Drehfeldes beschrieben und der Umfang ihres Anwendungsbereiches untersucht. Alle Verfahren arbeiten ohne bewegliche Teile. Sie beruhen darauf, daß eine Spannung oder Spannungsdifferenz in Abhängigkeit von der Phasenfolge eines Drehstromnetzes erzeugt wird. Diese Spannung wird als dann für die Anzeige der Drehfeldrichtung benutzt.

Bei gleichartiger Belastung in einer Sternschaltung aller drei Phasen eines Drehstromnetzes, dessen verkettete Spannungen dem Betrage nach gleich sind, wird als künstlicher Sternpunkt der geometrische Mittelpunkt des Spannungssystems erhalten. Dabei ist es gleichgültig, ob diese Belastung rein ohmsches, induktives oder kapazitives Verhalten zeigt. Wird diese Symmetrie gestört, etwa indem zwei Phasen wiederum rein ohmsch belastet werden,

¹⁾ Mitteilung aus dem Meßinstrumente-Laboratorium der AEG Apparatefabriken Trepow.

²⁾ AEG-Mitt. (1923) H. 8, S. 239. DRP. 382 647.

so folgt bei der Annahme $\mathfrak{Z}_r = 1$ für $\mathfrak{Z}_l$ günstigstenfalls der Wert 3,73. An Hand des skizzierten Rechnungsganges überzeugen wir uns leicht, daß sich bei Änderung der Phasenfolge die Werte für $\mathfrak{Z}_r$ und $\mathfrak{Z}_l$ vertauschen. Durch geeignete Wahl von R und C ist es bei rechtsläufigem Drehfeld z. B. möglich, die vom Strom $\mathfrak{Z}_l$ durchflossene Lampe zum Leuchten zu bringen, während eine entsprechende Lampe, vom Strom $\mathfrak{Z}_r$ durchflossen, dunkel bleibt. Bei Verwendung von Glimmlampen als Indikatoren werden die Spannungen an den Widerständen R für die Anzeige maßgebend, ohne daß sonst an den dargelegten Verhältnissen irgendwelche Veränderungen eintreten.

Aus dem soeben Gesagten folgt, daß bei Steigerung der Spannung auf das 3,73fache des Normalwertes und darüber hinaus beide Indikatoren gleichzeitig ansprechen. Hierdurch wird die Bestimmung der Phasenfolge undeutlich und ist bei weiterer Spannungssteigerung ganz unmöglich.

Ferner wird durch die Verwendung eines Kondensators in der Phase S die Gesamtanordnung grundsätzlich frequenzabhängig. Diese Frequenzabhängigkeit kann aus dem Vektordiagramm Abb. 2 abgelesen werden.

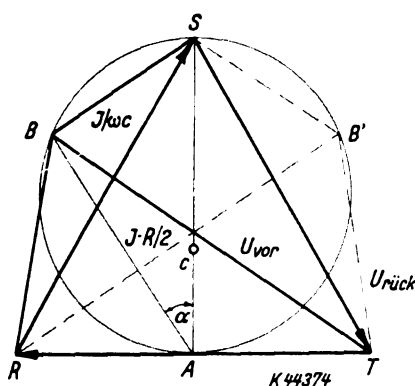


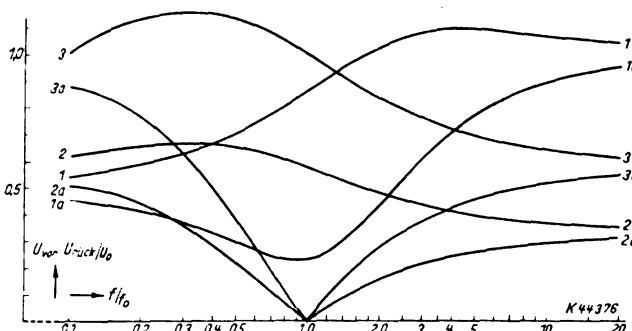
Abb. 2. Diagramm der Spannungen des Drehfeldrichtungsanzeigers nach Abb. 1.

Das Dreieck $R-S-T$ stellt die verketteten Spannungen eines Drehstromnetzes dar. Der durch die in Abb. 1 gezeichnete Belastung sich ergebende Sternpunkt B nimmt infolge der kapazitiven Belastung eine Lage ein, die nicht mit dem Schwerpunkt C des Systems zusammenfällt. Für die zu bildende geometrische Summe der Ströme $\mathfrak{Z}_r + \mathfrak{Z}_l = \mathfrak{Z}_{ges}$ gilt folgende Überlegung: Bei der Annahme, daß nur im Punkt S Strom in das System hineinfließt, kann in bezug auf diesen Strom die benutzte Anordnung ersetzt werden durch die Hintereinanderschaltung einer Kapazität von der gleichen Größe C und eines Widerstandes vom Betrage $R/2$. Die beiden Spannungsabfälle $U_c = \mathfrak{Z}/\omega C$ und $U_{R/2} = \mathfrak{Z} R/2$ addieren sich zu

der Ersatzspannung $U = AS$ im Vektorsystem. Es ist sofort einzusehen, daß bei konstantem R und C und bei Änderung der Frequenz von Null bis Unendlich der Punkt B sämtliche Lagen auf dem Halbkreis $A-B-S$ annimmt. Bei Umkehr der Drehfeldrichtung, d. h. bei umgekehrter Richtung der Spannung AS , spiegelt sich dieser Halbkreis an der Geraden $A-S$, und wir erhalten jetzt als geometrischen Ort der Punkte B bei veränderlicher Frequenz den Halbkreis $A-B'-S$.

Betrachten wir das Vektordiagramm genauer und bezeichnen die Spannung BT mit U_{vor} bei rechtsläufigem Drehfeld und bei umgekehrter Phasenfolge die Spannung BT mit $U_{rück}$, so kann durch Einzeichnen der Punkte B und B' für verschiedene Frequenzen und Abgreifen der Strecken $B-T$ und $B'-T$ die Frequenzabhängigkeit der Gesamtanordnung gefunden werden. Sie ist in den Kurven

1 und 1a der Abb. 3 dargestellt. Aufgetragen ist das Verhältnis der Spannungsbeträge $\alpha_{vor} = U_{vor}/U_0$ sowie $\alpha_{rück} = U_{rück}/U_0$ über dem Frequenzverhältnis f/f_0 als Abszisse. Mit U_0 ist hierbei die verkettete Spannung des Netzes, mit f die Betriebsfrequenz und mit f_0 die Abstimmfrequenz, z. B. 50 Hz, bezeichnet. Wir sehen, für den günstigsten Fall $f/f_0 \approx 1$ finden wir $\alpha_{vor} = 0,86$ und $\alpha_{rück} = 0,231$. Dies ergibt $\mu_{max} = 3,73$, ein Wert, der schon



1	$\alpha_1 =$	U_{vor}	der Schaltung nach Abb. 1
2	$\alpha_2 =$	U_{vor}	der Schaltung nach Abb. 5
3	$\alpha_3 =$	U_0	der Schaltung nach Abb. 7
1a	$\alpha_{1a} =$	$U_{rück}$	der Schaltung nach Abb. 1
2a	$\alpha_{2a} =$	$U_{rück}$	der Schaltung nach Abb. 5
3a	$\alpha_{3a} =$	U_0	der Schaltung nach Abb. 7

Abb. 3. Die Nutzs Spannungen bei rechts- und linksläufigem Drehfeld in Abhängigkeit von der Frequenz.

durch Rechnung gefunden wurde. Wir erkennen weiterhin, dieser Maximalwert von 3,73 für μ verringert sich zu kleineren und größeren Frequenzen hin nach Art einer Resonanzkurve (Kurve 1 der Abb. 4). Also auch bei Änderung der Frequenz ist recht bald eine Bestimmung der Phasenfolge des Drehstromnetzes in einwandfreier Weise nicht mehr durchführbar.

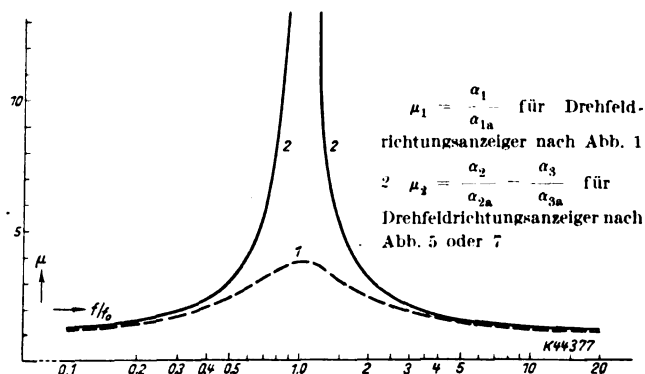


Abb. 4. Das Verhältnis der Nutzs Spannungen in beiden Drehfeldrichtungen als Funktion der Frequenz.

Zur Beseitigung der großen Spannungsabhängigkeit des Drehfeld-Richtungsanzeigers und der störenden Frequenzabhängigkeit wurde³⁾ ein anderes Meßverfahren zur Bestimmung der Phasenfolge eines Drehstromnetzes versucht. Ausgehend von der Überlegung, daß ein künstlicher Sternpunkt, der mit dem Netzschwerpunkt zusammenfällt, zunächst durch die Kombination von drei rein ohmschen Widerständen gebildet werden kann, ein anderes Mal jedoch dadurch, daß an zwei Phasenpunkte des Netzes eine Reihenschaltung eines rein ohmschen und eines Scheinwiderstandes gelegt wird, ergibt sich eine Schaltung nach Abb. 5. Die Teile müssen so bemessen werden, daß die Spannungsbeträge $\mathfrak{Z} R$, und $\mathfrak{Z} \mathfrak{Z}$ ($RB = BS$), da-

³⁾ Nach einem Vorschlag von Herrn Dr. Boekels.

mit also auch die Beträge der Widerstände R_1 und $\mathfrak{Z}$ gleich sind. Weiterhin ist durch geeignete Wahl des Wirk- und Blindanteils des Scheinwiderstandes $\mathfrak{Z}$ eine Phasenverschiebung von genau 30° zwischen Strom im Widerstand R_1 und der Spannung RS einzustellen. (Diesen Bedingungen kann auch genügt werden, wenn R_1 nicht pha-

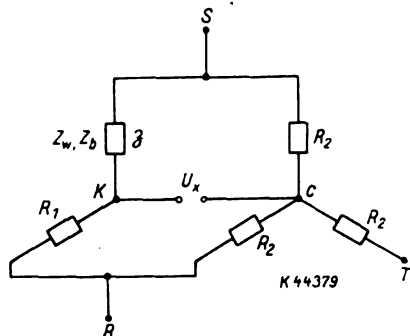


Abb. 5. Prinzipschaltbild des neuen Drehfeldrichtungsanzeigers, Ausführung a.

senrein ist.) Unter den genannten Voraussetzungen, also bei Nennfrequenz, ergibt sich das Vektordiagramm nach Abb. 6. Durch Änderung der Richtung der Spannung RS kann sich der Punkt K (Abb. 5 und 6) wahlweise mit dem durch die Sternschaltung der drei Widerstände R fest gegebenen Punkt C decken oder aber in den Punkt B rücken. Zwischen dem Sternpunkt C und dem Punkt K der Kombination herrscht also, wie wir uns leicht überzeugen können, eine Spannung $UCB = U_{Phase}$ oder, wenn die Phasenfolge umkehrt, fallen C und B zusammen, und wir erhalten als Anzeigespannung den Wert $U_{CC} = 0$. Es ist hierbei grundsätzlich gleichgültig, ob der Scheinwiderstand $\mathfrak{Z}$ vorwiegend kapazitives oder induktives Verhalten zeigt. Mittels eines geeigneten Indikators kann durch Messung der Spannungsdifferenz $K-C = B-C$ die Phasenfolge des Drehstromnetzes gleichfalls einfach und sicher bestimmt werden.

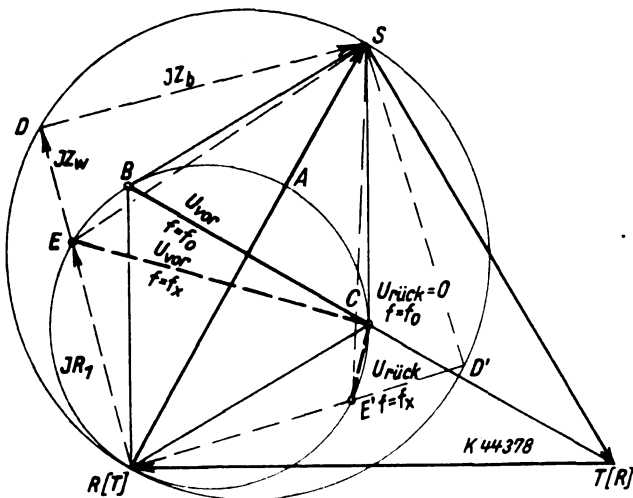


Abb. 6. Spannungsdiagramm des Drehfeldrichtungsanzeigers nach Abb. 5.

Durch Bildung des Verhältnisses der in den beiden möglichen Richtungen von RS auftretenden Spannungen finden wir: $\mu = U_{CB}/U_{CC} = U_{Phase}/0 = \infty$. Im Gegensatz zu dem Wert 3,73 bei der bisher bekannten Anordnung ergibt sich nunmehr der Wert Unendlich, d. h. bei Abstimmungsfrequenz kann die Spannung theoretisch beliebig gesteigert werden, ohne daß damit gerechnet werden muß, daß der Indikator in beiden Drehfeldrichtungen anspricht. Eine Grenze ist lediglich durch Isolation und Belastbarkeit der Schaltelemente gegeben.

Untersuchen wir das Verhalten bei Änderung der Frequenz, so ist es zunächst zweckmäßig, das vollständige Vektordiagramm in Abb. 6 einzuzichnen. Die beiden senk-

recht zueinander stehenden Spannungsabfälle $\mathfrak{Z}(R_1 + Z_w)$ und $\mathfrak{Z}Z_b$ addieren sich zu der Gesamtspannung RS . Der Punkt D der Kombination wandert auf einem Halbkreis über RS , wenn die Frequenz und dadurch gleichzeitig der Blindwiderstand Z_b und der durch die Meßanordnung fließende Strom $\mathfrak{Z}$ geändert wird. Aus Ähnlichkeitsgründen bewegt sich der Punkt E ebenfalls auf einem Halbkreis, dessen Durchmesser zu finden ist, wenn $Z_b = 0$ oder $f = \infty$ angenommen wird. Er teilt die Spannung RS im Punkte A im Verhältnis $R_1/(R_1 + Z_w)$. Ist für rechtsläufiges Drehfeld der Halbkreis $R-E-A$ maßgebend, so wandert bei linksläufigem Drehfeld und veränderlicher Frequenz ein dem Punkt E entsprechender Punkt E' auf dem Halbkreis $R-E'-A$. Die auftretenden Indikatorspannungen sind $U_{vor} = C-E$ und $U_{rück} = C-E'$. Die Verhältnisse $a_{vor} = U_{vor}/U_0$ und $a_{rück} = U_{rück}/U_0$ für die verschiedenen Frequenzen ergeben die Kurven 2 und 2a der Abb. 3. Eine Besprechung dieser Kurven erübrigt sich, da das Frequenzverhalten dieser Schaltung besser aus dem Verhältnis $\mu = a_{vor}/a_{rück}$ in Kurve 2 der Abb. 4 zu überblicken ist. Die weitgehende Verbesserung der Frequenzabhängigkeit ist sofort zu erkennen. Der Wert $\mu_{max} = 3,73$ bei der zuerst beschriebenen Anordnung, der, streng genommen, nur für den Punkt $f/f_0 = 1$ galt, wird nunmehr in einem Bereich von $f/f_0 \approx 0,57 \dots 1,75$ erreicht und sogar wesentlich überschritten.

Aus Abb. 3 ist zu ersehen, daß bei Nennfrequenz $U_{vor}/U_0 = 0,578 = 1/1,73$, d. h. $U_{vor} = U_{Phase}$ ist. Wenn diese Spannung für das Ansprechen des Indikators nicht

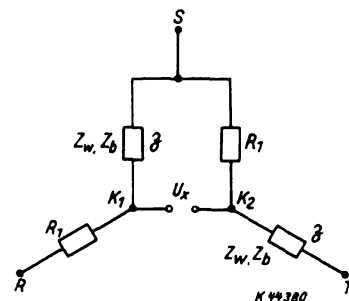
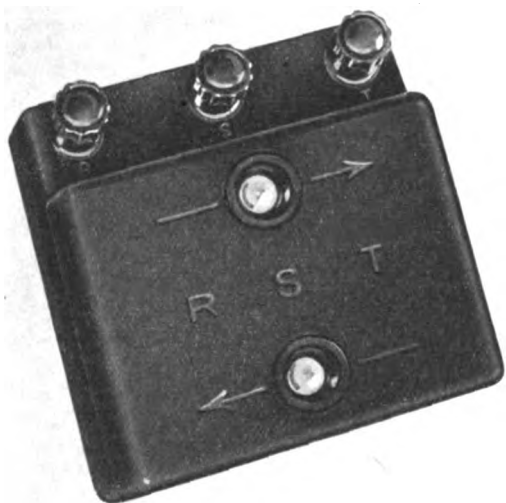


Abb. 7. Prinzipschaltbild des neuen Drehfeldrichtungsanzeigers, Ausführung b.

ausreicht, gelingt es, durch Ersatz des aus den drei gleichen Widerständen bestehenden Sternpunktes durch eine weitere Kombination $R_1, \mathfrak{Z}$ in der Phase $S-T$ des Netzes die volle verkettete Spannung zu gewinnen. Die Schaltung geht in diejenige nach Abb. 7 über mit einem folgerichtig zu erweiternden Vektordiagramm. Durch sinn-gemäße Anordnung der Widerstände R_1 und $\mathfrak{Z}$ in den beiden Phasen $R-S$ und $S-T$ kann erreicht werden, daß gleichzeitig die Spannungsdreiecke $R-T-S$ und $S-C-T$ entweder nach außen oder aber nach innen fallen, je nachdem, wie die Drehfeldrichtung gerade ist. Im ersteren Fall erhalten wir die verkettete Spannung an den Indikatorklemmen, im anderen wiederum die Spannung $U_{rück} = 0$ und damit also auch hier das Verhältnis $\mu = \infty$ und ideale Spannungsunabhängigkeit. Das Verhalten dieser Schaltung bei Frequenzänderungen wäre ebenfalls aus dem erweiterten Diagramm abzulesen. Während bei der Schaltung nach Abb. 5 ein Endpunkt (C) der Anzeigespannung festlag, wandert dieser jetzt auch, und zwar auf einem dem Kreis $R-E-A-E'-R$ in der Phase $R-S$ entsprechenden Kreis in der Phase $S-T$. Für diese Schaltung ergeben sich die in den Kurven 3 und 3a der Abb. 3 eingezeichneten Werte von a_{vor} und $a_{rück}$. Hieraus ist für das Verhältnis μ als Funktion der Frequenz eine Kurve abzuleiten, die allerdings mit der entsprechend gefundenen Kurve 2 der Schaltung nach Abb. 5 identisch ist.

Vergleichen wir an Hand von Abb. 3 sämtliche drei Anordnungen zur Gewinnung von drehfeldrichtungsabhängigen Spannungen, so sehen wir als wichtigstes Ergebnis, daß bei den beiden zuletzt beschriebenen Schaltungen das Verhältnis $U_{rück}/U_0 = a_{2a, 3a}$ als Kleinstwert tatsächlich den Wert Null annimmt, gegenüber einem Wert $a_{1a} = 0,23$ bei der bekannten Schaltung nach R. Schmidt. Die beiden neuen Anordnungen zeichnen sich also durch vollkommene Spannungsunabhängigkeit aus. Vorausgesetzt

ist hierbei natürlich die Abstimmfrequenz f_0 . Weiterhin ist bei der der Kurve 3 zugrundeliegenden Schaltung im Punkt $f/f_0 = 1$ der Wert $a_3 = 1$ gegenüber $a_1 = 0,86$ und $a_2 = 0,578$ erreicht. Die volle verkettete Spannung des Netzes kann also jetzt für die Anzeige nutzbar ge-



K44404

Abb. 8. Ansicht des Drehfeldrichtungsanzeigers.

macht werden. Dieses letztere ist bei der Wahl von Glimmlampen als Indikatoren (zur Erreichung eines niedrigen Eigenverbrauches) wegen der gegebenen Zündspannungsgrenze von wesentlicher Bedeutung. Die zweite Verbesserung der neuen Schaltung kann aus Abb. 4 abgelesen werden. Bei allen praktisch in Frage kommenden Werten der Frequenz liegt das Verhältnis μ beträchtlich

höher als bei der zuerst beschriebenen Anordnung. Bei Abstimmfrequenz und darüber hinaus für ein beträchtliches Seitenband ist μ wesentlich größer als 3,73. Mit anderen Worten die Frequenzabhängigkeit des Drehfeldrichtungsanzeigers ist in verhältnismäßig weiten Grenzen beseitigt.

Kombinieren wir zwei der Anzeigesysteme nach Abb. 7, von denen das eine bei rechtsläufigem Drehfeld und das andere bei linksläufigem anspricht, so besteht eine einfache Möglichkeit, das Fehlen einer Phase des Netzes zu erkennen. Wir überzeugen uns leicht, daß bei Abstimmfrequenz und Unterbrechung in einer Phase an den Klemmen beider Indikatoren stets eine Spannung liegt (entweder die Phasenspannung oder die halbe verkettete), wobei es vollkommen gleichgültig ist, ob die Zuleitung zum Anschluß R, S oder T des Netzes unterbrochen ist. Die Unterbrechung in einer Phase des Drehstromnetzes ist also gekennzeichnet durch das gleichzeitige Aufleuchten beider Indikatoren im Gegensatz zum Ansprechen nur einer Anzeigelampe bei richtigem Anschluß aller drei Phasen. In Abb. 8 ist die Ausführung eines nach diesen Grundsätzen durchgebildeten Drehfeldrichtungsanzeigers zu sehen. Die Abmessungen des Gerätes sind so klein, daß es bequem in der Tasche mitgeführt werden kann.

Zusammenfassung.

Wird verlangt, daß der bisher benutzte, ohne umlaufende Teile arbeitende Drehfeldrichtungsanzeiger ohne Umschalter zur Spannungswahl ausgeführt wird, so muß mit einer verhältnismäßig großen Abhängigkeit von Spannung und Frequenz gerechnet werden. Durch Verwendung einer neuen Meßanordnung gelingt es, die Spannungsabhängigkeit bei Nennfrequenz vollkommen zu beseitigen und darüber hinaus die Frequenzabhängigkeit weitgehend zu beschränken. Das Fehlen einer Phase kann sofort bemerkt werden.

Luftschutzverdunklung für Innenräume.

Von E. Bleser, Berlin.

621. 32 : 623

Übersicht. Um zu befriedigenden Ergebnissen bei der Verdunklung von Innenräumen zu gelangen, wird gezeigt, daß nur bei Beachtung der baulichen, lichttechnischen und elektrotechnischen Verhältnisse eines Gebäudes die Abblendung des Lichtes als Dauermaßnahme betriebstechnisch tragbar ist. Der Aufsatz weist darauf hin, daß bei Aufruf des Luftschutzes die Verdunklungsmaßnahmen sich möglichst wenig in Einzelmaßnahmen zergliedern. Die zentrale Bedienung der Verdunklungseinrichtung wird angestrebt.

Die in vielen Teilen des Reiches während der letzten Herbstmanöver durchgeführten Verdunklungsübungen haben in verstärktem Maße weite Kreise der Behörden, Industrie und Wirtschaft veranlaßt, sich mit den Fragen der Luftschutzverdunklung elektrischer Anlagen zu befassen. Da die Ansichten über die Ausführung der zu treffenden Verdunklungsmaßnahmen oft noch weit auseinandergehen, sollen im folgenden einige Hinweise gegeben werden, die dazu beitragen mögen, eine Klärung in die häufig schwierige Aufgabe der Luftschutzverdunklung von Innenräumen zu bringen.

Nach den amtlichen Richtlinien werden zwei Stufen der Luftschutzverdunklung unterschieden:

1. Die „eingeschränkte Beleuchtung“, welche sofort mit dem Aufruf des Luftschutzes in Kraft zu treten hat und während der Dauer des Luftschutzes aufrechterhalten bleiben muß.
2. Die „Verdunklung“, welche von den Luftschutzwarnzentralen auf Grund der jeweiligen Luftlage eines

bestimmten Gebietes für einen beschränkten Zeitraum angeordnet wird^{1) 2)}.

Die Verdunklung stellt eine Verschärfung der für die eingeschränkte Beleuchtung ergriffenen Maßnahmen dar.

Während für die Außenbeleuchtung beide Verdunklungsstufen vorgesehen sind, wird für die Innenbeleuchtung festgelegt, daß bereits von Aufruf des Luftschutzes an sämtliche Gebäude derart abzublenden sind, daß keine auffälligen, aus der Luft wahrnehmbaren Lichterscheinungen ins Freie dringen. Die technischen Einrichtungen für die Verdunklung der Innenbeleuchtung sind dabei so zu gestalten, daß sie trotz weitgehender Abblendung als Dauermaßnahmen betriebstechnisch tragbar sind. Ausschlaggebend für die Art der durchzuführenden Verdunklungsmaßnahmen ist der jeweilige Mindestbeleuchtungsbedarf, ferner die Raumgröße, das Reflektionsvermögen des Bodens, der Decke und der Wände sowie der Inneneinrichtung. Diese Faktoren sind je nach der Art des Betriebes vollkommen verschieden.

Während bez. der „Allgemeinbeleuchtung“ eine Herabsetzung der Beleuchtungsstärken vielfach möglich ist, sind die Beleuchtungsstärken am Arbeitsplatz in der als notwendig ermittelten Höhe unbedingt beizubehalten. In vielen Fällen wird es jedoch möglich sein, die Arbeitsplatzbeleuchtung in bezug auf die ausgeleuchtete Fläche einzuschränken. Die herabgesetzte Allgemeinbeleuchtung und die Summe der Lichtreflektionen von den Arbeits-

¹⁾ H. Knothe, Tarnung und Verdunklung als Schutz gegen Luftangriffe. Berlin: Wilt. Ernst & Sohn, 1936.

²⁾ ETZ 57 (1936) S. 1225.

plätzen ergeben die „allgemeine Raumhelligkeit“. Es muß nachträglich in jedem Raum überprüft werden, ob diese allgemeine Raumhelligkeit so weit herabgesetzt ist, daß keine unzulässigen Lichterscheinungen ins Freie dringen. Falls dies nicht durch Einschränkung der Beleuchtung zu erreichen ist, müssen die Fenster zusätzlich abgeblendet werden.

Bei größeren Anlagen sind jedoch Einzelmaßnahmen, wie z. B. Abdichten der Fenster durch Verdunklungspapier, Pappe oder behelfsmäßige Vorhänge, möglichst zu vermeiden. Diese Einzelmaßnahmen erfordern bei Einbruch der Dunkelheit einen großen Aufwand an Arbeitskräften, die im Notfalle kaum zur Verfügung stehen, und verursachen, da sich dieser Vorgang täglich wiederholt, auf die Dauer erhebliche Kosten.

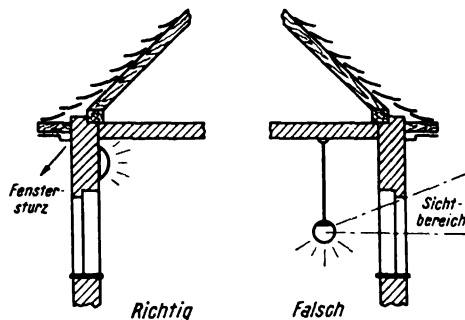


Abb. 1. Luftschutztechnisch richtige und falsche Leuchtaufhängung.

Die Aufwendungen für ordnungsgemäße Verdunklungseinrichtungen sind im Hinblick auf ihre Notwendigkeit durchaus gerechtfertigt. Außerdem hat eine gute Verdunklungseinrichtung nicht nur technische, sondern auf die Dauer auch wirtschaftliche Vorteile, da die behelfsmäßige Einrichtung meist unvollkommen ist und bei jedem Aufruf des Luftschutzes neu erstellt werden muß.

In Räumen, deren Allgemeinbeleuchtung ohne weiteres im Luftschutzfall eingeschränkt werden kann (z. B. in Krankenhäusern, Lazaretten, Kurhäusern, Kasernen, Elektrizitätswerken, in verschiedenen Industriebetrieben), können folgende Maßnahmen getroffen werden:

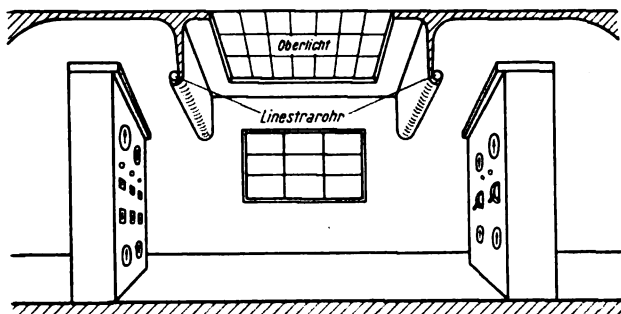


Abb. 2. Beleuchtung einer Schalttafel durch verdeckt eingebaute Lampen.

1. In Neubauten ist erstrebenswert, schon bei der Planung der Beleuchtungsanlage die Decken- und Wandauslässe für den Anschluß der Leuchten so vorzusehen, daß die Lichtpunkte der Lampen durch den Fenstersturz und die Wände nach außen hin verdeckt werden (Abb. 1 und 2). Auch bei der Planung des Baues empfiehlt sich, darauf zu achten, daß die Oberkante der Fenster nicht mit der Decke des Raumes abschließt, damit die Leuchte durch das Obergesims des Fensters so verdeckt werden kann, daß keine direkte Strahlung ins Freie tritt. Gebäudefronten, in denen große Fensterflächen angeordnet sind, geben nicht die Möglichkeit einer solchen Abschirmung. Stufendecken, d. h. Decken, die nach der Mitte des Raumes tiefer gezogen sind als die Decke nach der Fensterseite zu, zwingen oft zu einer derartig tiefen Anordnung der Lichtpunkte, daß direkte Strahlen ins Freie

fallen. Bei Beachtung dieser Punkte können in vielen Räumen Leuchten mit lichtdurchlässigen Glasglocken verwendet werden.

2. In schon bestehenden Anlagen, wo bauliche Maßnahmen zu große Änderungen bedingen und hohe Kosten verursachen würden, wird zweckmäßig eine Abschirmung der Leuchten durch tiefgezogene, lichtundurchlässige Schirme vorgenommen, die die Lichtausstrahlung so weit einschränken, daß die Lichtstrahlen nicht direkt auf die Fensterbretter oder darüber hinaus fallen (Abb. 3). Arbeitsplatzleuchten mit tiefgezogenen Schirmen und vorgesehener Abblendetubus, die die Arbeitsplatzbeleuchtung flächenmäßig einschränken, haben sich bereits bewährt.

Um den hellen Lichtschein, der trotz der Einschränkung der beleuchteten Arbeitsplatzfläche noch erzeugt wird, zu vermeiden, genügt es vielfach, wenn die schon vorhandenen Sonnenvorhänge vor die Fenster gezogen werden.

Neben diesen für Einzeleuchten notwendigen Maßnahmen wird man vielfach die Allgemeinbeleuchtung einschränken müssen. Um die Beleuchtungsstärken der Allgemeinbeleuchtung herabzusetzen, wurde häufig die Auswechslung der Glühlampen gegen kleinere Lampen mit geringerer Leistungsaufnahme und entsprechend geringerem Lichtstrom vorgeschlagen. Dieses Verfahren ist

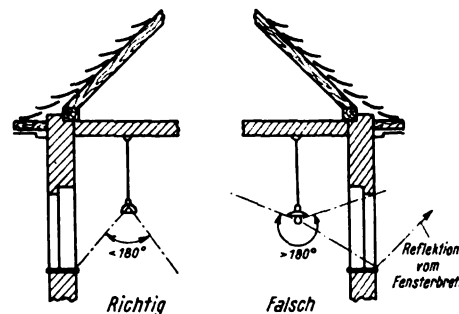


Abb. 3. Luftschutztechnisch richtige und falsche Leuchte

jedoch umständlich und insofern unwirtschaftlich, da es den Verbraucher zwingt, eine genügend große Zahl kleinerer Glühlampen auf Lager zu halten, die bei Aufruf des Luftschutzes sofort zur Verfügung stehen müssen. Auch hier werden die Verdunklungsmaßnahmen in eine Vielzahl von Einzelmaßnahmen aufgeteilt, die Zeit und Arbeitskräfte beanspruchen. Allerdings erreicht man durch das Auswechseln von Glühlampen, energiewirtschaftlich gesehen, das günstigste Verhältnis von aufgewendeter elektrischer Leistung zur erreichten Lichtarbeit, welches bei lichttechnischer Verdunklung überhaupt möglich ist. Durch obiges Verfahren können die Beleuchtungsstärken in einem Raum zwar herabgesetzt werden, jedoch haben kleinere Glühlampen größenordnungsgemäß ebenso hohe Leuchtdichten wie Lampen höherer Lichtleistung. Also können auch kleinere Glühlampen auf blanken Gegenständen Lichtreflexe erzeugen, die weithin sichtbar sind.

Ein besseres Verfahren ist die Verminderung der Beleuchtungsstärken durch Spannungsherabsetzung mit Verdunklungsumspanner. Hierbei können von zentraler Stelle aus durch schaltungstechnische Maßnahmen alle Räume, in denen eine Verminderung durchführbar ist, in kürzester Zeit zuverlässig verdunkelt werden. Hierdurch werden alle unzuverlässigen und zeitraubenden Einzelmaßnahmen entbehrlich. Bei diesem Verfahren werden nicht allein die vorhandenen Beleuchtungsstärken, sondern auch die Leuchtdichten der Lichtquellen herabgesetzt, ohne daß elektrische Leistung bzw. Licht vernichtet wird, wie z. B. bei Blauglasfiltern u. ä.

Je nach der Eigenart der Räume und ihrer Inneneinrichtung wird eine Senkung der Spannung auf 45 bis 25 % der üblichen Lampenbetriebsspannung erforderlich sein. Die Abnahme der Lichtströme und die geringere

Leistungsaufnahme der Glühlampen in dem angegebenen Bereich sind als Mittelwerte aus den Glühlampenkennlinien (Abb. 4) zu ersehen. Diese zeigen die Abhängigkeit der elektrischen und optischen Daten der normalen Glühlampen von der Betriebsspannung. Das für einen bestimmten Betrieb in Frage kommende Maß der Spannungsherabsetzung muß innerhalb obiger Grenzen jeweils durch hierzu angesetzte Luftschutzübungen im Versuch

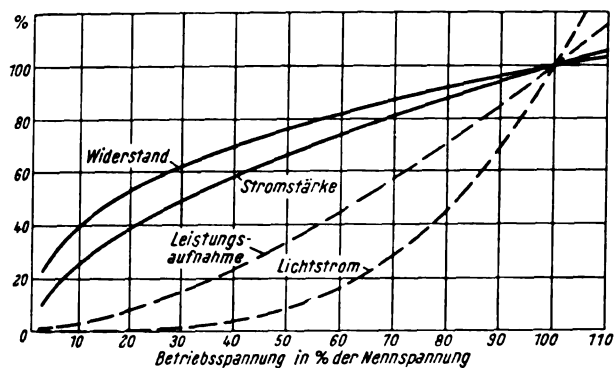


Abb. 4. Schaulinien der Glühlampen.

festgelegt werden. Dabei kann der erforderliche Grad der Abspannung mit Hilfe von Widerständen (auch behelfsmäßig aus Kohlefadenlampen) festgestellt werden. Diese Spannungsherabsetzung wird durch das Mindestmaß der für die Verkehrssicherheit notwendigen Beleuchtung und der insgesamt im Raum zulässigen Leuchtdichte bestimmt. Eine grundsätzliche zahlenmäßige Angabe kann ohne nähere Kenntnis der örtlichen Verhältnisse nicht gegeben werden.

In Neubauten ist möglichst schon bei der Planung darauf zu achten, daß die zu verdunkelnden Stromkreise und die Stromkreise (z. B. Allgemeinbeleuchtung), deren Spannung voll aufrechterhalten bleiben muß (z. B. Steckdosenkreise, Arbeitsplatzbeleuchtung, Arbeitsmaschinen usw.), getrennt verlegt werden. Für die Umschaltung von der üblichen Lampenspannung auf die Verdunklungsspannung bedient man sich einfacher Umschalter (Abb. 5) oder einer Fernschaltung mit Schützen (Abb. 6). In diesem Fall können neben den Hauptumspannern Verdunklungsumspanner aufgestellt werden, wie sie von der Industrie in verschiedenen Ausführungen geliefert werden.

Für die Verdunklungsumspanner werden vorzugsweise Umspanner der Einheitsreihe in Sparschaltung verwendet, deren Unterspannung bei rd. 45, 40, 35 und 25 % der üblichen Lampenbetriebsspannung an Klemmen abgreifbar sind. Die gelegentlich einer Luftschutzübung bestimmte, für den Betrieb geeignete Spannungsstufe wird durch die betreffende Klemme mit dem Umschalter fest verbunden. Bei Aufruf des Luftschutzes ist dann von der Befehlsstelle lediglich der Umschalter zu betätigen.

Eine allmähliche (stufenlose) oder stufenweise Verdunklung, wie sie in Zuschauerräumen von Theatern

durchgeführt wird, ist für die Luftschutzverdunklung von Räumen nicht notwendig, da die Umschaltung bereits von Beginn der Dunkelheit an Dauerzustand ist. Im übrigen würden die Anschaffungskosten für einen derartigen Verdunklungsumspanner sowie für einen Stufenschalter die Verdunklungseinrichtung erheblich verteuern.

In bestehenden Anlagen, die nachträglich für Luftschutzverdunklung einzurichten sind, werden meist kleine Umspanner in die betreffenden Stromkreise, deren Lampenspannung herabgesetzt werden soll, eingebaut und durch eine Schützensteuerung von der Befehlsstelle aus geschaltet.

Bei Verdunklung von Gleichstrombeleuchtungsanlagen ist eine verlustlose Spannungsherabsetzung nicht möglich. Diese ist insofern weit schwieriger, als der in Reihe mit den Glühlampen zu schaltende Widerstand einen Spannungsabfall aufweist, der sich mit dem durchfließenden Strom ändert, d. h. die Spannungsregelung durch Widerstände ist lastabhängig. Eine fest eingestellte Verdunklung durch Widerstände ist daher nur in Stromkreisen mit gleichbleibender Belastung zulässig. In Fällen, in denen dies nicht zutrifft, muß je nach den eingeschalteten Lampen eine Nachregelung von Hand erfolgen. In großen Anlagen ist es vorteilhaft, einen Umformer für die zu verdunkelnden Stromkreise einzubauen.

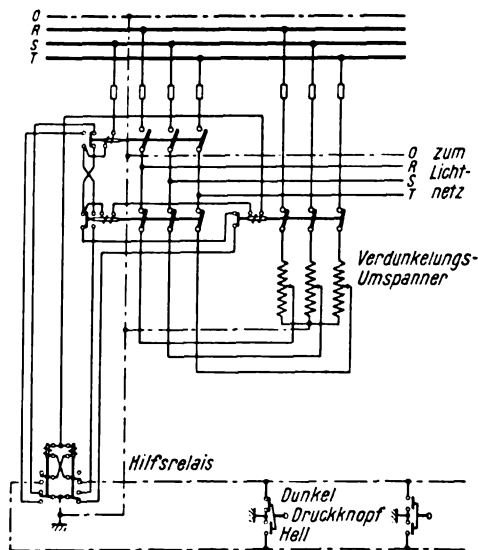


Abb. 6. Fernsteuerung für Verdunklungsumspanner.

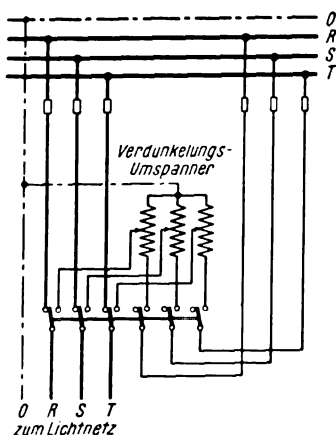


Abb. 5. Steuerung eines Verdunklungsumspanners durch Umschalter.

Zusammenfassend muß die Forderung aufgestellt werden: Die Verdunklung von Innenräumen und die dazu erforderlichen Maßnahmen müssen in einer Form gelöst werden, die bei Aufruf des Luftschutzes in kürzester Zeit mit größter Zuverlässigkeit und mit geringstem Aufwand an Arbeitskräften durchführbar ist. Allen Maßnahmen sind die amtlichen Richtlinien zugrunde zu legen. Die Maßnahmen selbst gliedern sich in bauliche, lichttechnische und elektrotechnische, die je nach den Anlagen (z. B. Gleichstrom oder Drehstrom) verschiedene Mittel (Verdunklungsumspanner, Umformer, Widerstände) erfordern.

Zusammenfassung.

Unter Beachtung der amtlichen Richtlinien für den Aufruf des Luftschutzes gibt die Verdunklung durch Spannungsherabsetzung der Glühlampen und die Beschränkung der beleuchteten Flächen auf das noch tragbare Maß eine Möglichkeit, viele Gebäude in vorbildlicher Weise zu verdunkeln.

Großschalter für 3000 A, 750 V für Gleich- und Wechselstrom.

Von W. Herden, Berlin.

621. 316. 57. 064. 24

Übersicht. Die Forderung nach elektrischen Großschaltern mit sehr hoher Schaltleistung, verbunden mit der Forderung größtmöglicher Werkstoffersparnis, hat neue Bauformen entstehen lassen, die nachstehend behandelt werden.

Schalter für hohe Kurzschlußleistungen müssen Sondereinrichtungen besitzen, die die Beherrschung von Lichtbögen bei der Öffnung der Kontakte gewährleisten; darüber hinaus muß aber der Kontaktteil eines solchen

1. Der Wechsel beider Kontakte in der Stromführung (vgl. Schaltfolge in Abb. 1 b) wird zwangsläufig,
2. die dynamischen Abstoßkräfte beim Abschalten starker Überströme sind nicht schädlich, sondern nützlich, und
3. die dynamische Lichtbogenblasung kann daher durch geeigneten Aufbau, wie aus der Abbildung ersichtlich, gefördert werden.

Die einzige Kontaktdruckfeder (7) dient nacheinander beim Einschalten dem Abreißkontakt als auch dem Hauptkontakt, beim Ausschalten in umgekehrter Reihenfolge. Sie ist stark vorgespannt. Dadurch wird der Druckanstieg beim Auftreffen der Kontakte sehr steil, was die Schweißgefahr beim Einschalten beseitigt und die erforderliche Einschaltarbeit sehr niedrig hält, weil der Arbeitsweg vom Berühren der Kontakte bis zur Verklüftung des Schalterschlosses kurz ist. Trotz hohen Kontaktdruckes von 100 kg je Schaltelement wird der dreipolige Schalter von einem Zugmagnet mit nur 3 kW Aufnahme eingeschaltet.

Wird der Schalter ausgeschaltet, so verlagert sich der gesamte von der einen Feder aufgebrachte Kontaktdruck zwangsläufig und verhältnismäßig vom Hauptkontakt auf den Abreißkontakt (vgl. Abb. 1 b), und da infolge der starren Lage beider Kontakte zueinander auch der ohmsche Widerstand zwischen ihnen sehr klein gemacht werden kann, ist auch der Spannungsabfall klein, d. h. der Hauptkontakt hat beim Abschalten starker Ströme praktisch keine Schaltarbeit zu leisten. Er wird demzufolge aus einem Kupfer-

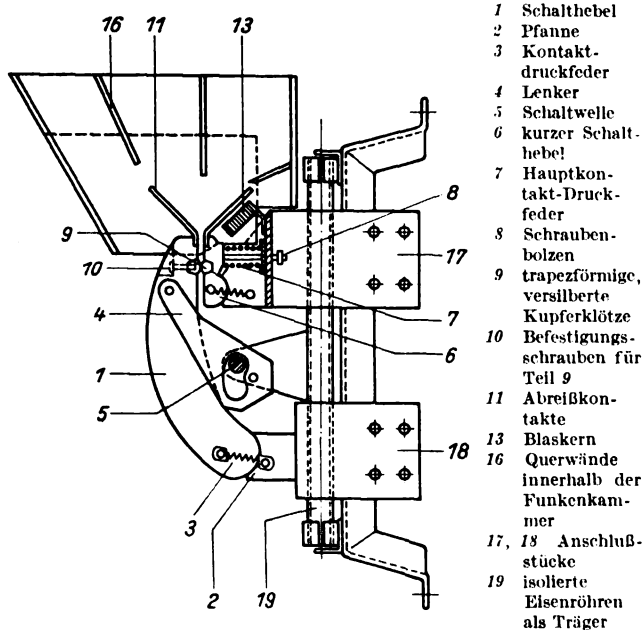
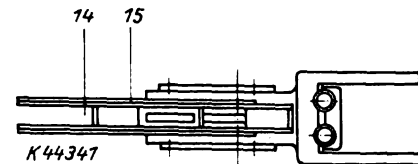


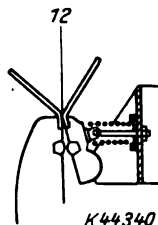
Abb. 1a. Querschnitt des Schaltelements.

Schalters auch ausreichend betriebssicher gegen Lichtbogenbeanspruchung und dynamische Kräfte sein. Neben dieser Forderung wird heute vom Hersteller Stoffsparsamkeit und eine sorgfältige Stoffauswahl verlangt. Inwieweit diese Forderungen erfüllt werden, sei beispielsweise an einem neuen Großselbstschalter für 3000 A, 750 V gezeigt.

Abb. 1 a zeigt den Querschnitt eines Schaltelements des Schalters und Abb. 2 die Draufsicht. In Abb. 1 b ist eine Zwischenstellung der Kontakte während der Aus-



14 Funkenkammer
15 Blasblech
Abb. 2. Draufsicht auf das Schaltelement.



12 letzter Berührungspunkt
Abb. 1b. Zwischenstellung der Kontakte während der Ausschaltbewegung.

schaltbewegung festgehalten. Schon bei oberflächlicher Betrachtung der Bilder wird dem Fachmann auffallen, daß das Schaltelement nur zweistufig ist, also nur einen Hauptkontakt 9-9 und einen Funkenabreißkontakt 11-11 besitzt, daß außerdem beide starr zueinander stehen und in Betriebsstellung überhaupt nur der Hauptkontakt aufliegt. Das hat seine besonderen Gründe, nämlich:

barren als Druckkontakt gebildet, der als Oxydationschutz nur versilbert zu werden braucht. Die Schaltarbeit fällt dem Abreißkontakt zu, der aus Kupfer besteht und infolge seiner Hörnerform und der damit gegebenen dynamischen Blasung und infolge seines verhältnismäßig kleinen Querschnitts und der damit erzwungen großen Felddichte an der Laufbahn des Lichtbogenfußpunktes eine ausgezeichnete Löschwirkung besitzt, die außerdem noch von dem magnetischen Blasfeld und der schmalen, gut kühlenden Funkenkammer unterstützt wird. Denn infolge des Selbstschutzes des Hauptkontakts gegen Abschaltfeuer braucht die Funkenkammer nur den wenig breiten Funkenabreißkontakt zu erfassen.

Mit dem Hauptkontakt und dem Abreißkontakt ist der Kupferbedarf des Schalters, wenn man will, erschöpft. Alle anderen Teile können aus Silumin gegossen werden. Nichtsdestoweniger lassen sich diese Teile auch aus Kupfer gießen, wenn die Nennstromstärke des Schalters heraufgesetzt werden soll. Bei Kupferschaltern wird ein Kupferguß mit Berylliumzusatz verwendet, dessen Leitwert dem des gewalzten Kupfers nur wenig nachsteht. Die Verwendung von gegossenen Teilen für die Strombahn des Schalters bietet weitere Vorteile und Sparmöglichkeiten, weil man dem Leiter leicht die günstigste Form in bezug auf Abkühlung (Erwärmungszeit-

konstante des Querschnitts) und Stromverdrängung geben kann; ferner weil auch die formgerechte Anpassung an seine Bewegungsaufgabe möglich wird. Man sieht z. B. in Abb. 1a, daß die Anschlußfahne 18 die beiden Trägerrohre 19 bifilar umfaßt. Das bedeutet aber, daß die Trägerrohre bedenkenlos aus Eisen bestehen können. Die Rohre werden nicht warm, da in ihnen kein magnetisches Wechselfeld entstehen kann.

Bei weiterer Betrachtung der Abb. 1a fällt auf, daß die beweglichen Teile des Schaltelements aus einem großen Schalthebel (1) und einem kurzen (6) gebildet sind, die zueinander gegenläufige Bewegungen haben, und daß die Drehlager dieser beiden Schalthebel unmittelbar und allein als Stromübergänge von und zu den Anschlußstücken 17 und 18 dienen. Eine Reihe wesentlicher Vorteile lassen sich bei dieser Formgebung nachweisen:

Der Schalthebel allgemein bietet gegenüber einer Brücke den Vorteil, daß er leichter und daher schneller bewegt und beschleunigt werden kann, daß er den diesbezüglichen Kontaktdruck halbiert und damit die erforderlichen Einschaltkräfte auch. Die Anordnung zweier gegenläufig bewegter Hebel ermöglicht die Zwangsablösung der Kontakte mit ihren vorerwähnten Vorteilen und gestattet eine erhebliche Gewichtsentlastung des Haupthebels, indem der gesamte Kontaktdruckmechanismus am kurzen Hebel Platz findet, was die Schnellöffnung des Schalters um so wirkungsvoller fördert, als die Kontakte den größten Öffnungsbogen zu beschreiben haben. An die Stelle der bisher allgemein üblichen biegsamen Kupferbänder am Drehpunkt des Hebels treten hier die Drehpfannen 2 mit den Andruckfedern 3, eine Einrichtung, die nicht nur erheblich an Arbeit und Werkstoff spart, sondern auch elektrisch und mechanisch besser ist. Der Kontaktdruck wird nämlich in der „EIN“-Stellung des Schalters nicht nur von den Federn 3 erzeugt, sondern auch von der Hauptkontaktfeder 7, indem beide Schalthebel über den Hauptkontakt als Stützpunkt eine Schwinde bilden, auf welcher die Hauptkontaktfeder ein Linksdrehmoment ausübt, wodurch die Kontaktdruckerhöhung entsteht. Aber auch die Drücke der Federn 3 reichen vollkommen aus, um jede Kontaktabhebung, etwa durch dynamische Kräfte, zu verhindern; dabei sind die Federn so gestellt, daß das Ausschaltdrehmoment der Hebel durch die Andruckreibung nicht beeinflußt wird. Bei der Siluminaausführung sind die Pfannen durch ein Aufspritzverfahren verkupfert.

Schließlich sei auch der Antriebsmechanismus des Schaltelements erwähnt, der durch seine Einfachheit besticht. Die nicht isolierte Schalterwelle 5 liegt nahe der Symmetrieachse des Elements, so daß z. B. bei Handradbetätigung dieses innerhalb der Querschnittsgrenzen des Elements liegt. Die Kupplung zwischen Welle und Schalthebel bilden zwei seitlich des Hebels angeordnete Lenker 4 aus Hartpapier. Damit ist auch die Isolierung zwischen dem Hebel und der Welle gegeben. Der Augenschein überzeugt, daß diese Isolierung vorteilhaft ist, nicht nur weil die Isolierstrecke zwischen Hebel und Welle sehr lang ist, sondern weil wegen der senkrechten Anordnung Staubablagerungen, besonders auf der Welle, unschädlich sind. Zur Mitnahme ist auf die Welle eine Kurbel mit kleinem Drehungsradius aufgesetzt, an welche die Hartpapierlenker angelenkt sind. Der Einschaltwinkel des Schalterweges beträgt 60° .

Die Freiauslösung ist durch ein Dreiklinkenschloß gegeben. Der Schalter ist ein- bis dreipolig lieferbar für Hand- und Fernschaltung mit Handhebel, Handrad oder Gestängeantrieb mit Überstromauslösern, Unterspannungsauslöser und Auslösemagnet. In Verbindung mit einem direktwirkenden Zusatzgerät kann der Schalter für Wechselstrom auch thermische Auslösung erhalten.

Einige Zahlen aus der Praxis sollen die obigen Ausführungen bekräftigen und als Maßstab dienen: Der dreipolige Überstromschalter für Handbetätigung ist in Kupferausführung bis 4000 A dauernd belastbar und wiegt 114 kg. Derselbe Schalter in Siluminaausführung reicht bis 3000 A Dauerbelastbarkeit und wiegt nur 84 kg. Mit Dauerbelastbarkeit ist die Stromstärke gemeint, bei der kein Teil des Schalters höher als 70°C erwärmt wird. Mit dem dreipoligen Schalter wurden Schalteleistungsversuche mit folgendem Ergebnis gemacht: In der Draufschaltung und Abschaltung wurden 70 000 A (effektiv) bei 500 V geschaltet, wobei der Schalter seine volle Betriebsfähigkeit behielt. Zur Erprobung seiner thermischen Stoßfestigkeit und Sicherheit gegen Schweißen wurde der Schalter 0,18 s lang dem eben genannten Strom ausgesetzt, ohne daß ein Schaden eintrat.

Zusammenfassung.

Mit dem beschriebenen Großschalter für 3000/4000 A, 740 V Gleich- und Wechselstrom ist der Elektromarkt um ein Gerät bereichert worden, das durch sein geringes Gewicht und seine hohe Schalteistung Vorteile bietet.

Leuchtwarten für Wasserwerke.

Von Georg Appel, Berlin.

Trink- und Nutzwasserversorgungen für größere Städte und Gebiete oder für industrielle Anlagen bestehen meist aus einer Reihe räumlich mehr oder weniger voneinander entfernter Anlagen wie Brunnen, Vor- und Hauptpumpwerken, Aufbereitungsanlagen, Erd- und Hochbehältern usw., die durch das Rohrnetz miteinander verbunden sind. Eine zentrale Betriebsüberwachung ist zur Erzielung unbedingter Betriebssicherheit, für schnelle Beseitigung von Störungen und zur Führung eines wirtschaftlichen Betriebes unbedingt notwendig. Eine solche zentrale Stelle hat ähnliche Aufgaben zu erfüllen wie der Lastverteiler in der elektrischen Energieversorgung. Man muß dort also über den jeweiligen Betriebszustand sämtlicher Anlagenteile, über Fördermengen der einzelnen Pumpen und Pumpwerke, über die Wasserstände in den Brunnen und Behältern jederzeit genau unterrichtet sein. Man muß ferner in der Lage sein, Pumpen in und außer Betrieb zu nehmen, Schieber zu öffnen und zu schließen und hierdurch Rohrnetzteile zu- und abzuschalten. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit der Fernsteuerung,

621. 316. 318 : 628. 1
Fernüberwachung und Fernmessung. Bei Wasserversorgungen geringen Umfanges genügt für einfache Verhältnisse die Anzeige des Betriebszustandes der einzelnen Pumpen durch Meldelampen. In größeren Anlagen würde dieses Verfahren wegen der großen Zahl und der Gleichartigkeit der Lampen leicht zu Irrtümern und Fehlschaltungen Anlaß geben. Außerdem ist ein Denkvorgang nötig, um aus den jeweils aufleuchtenden oder erlöschenden Lampen die Art der Zustandsänderung zu erkennen. Man verwendet daher für größere Anlagen mit gutem Erfolg Leuchtwarten, wie sie im Kraftwerksbetrieb und in vielen Industriezweigen bereits benutzt werden. Auf diesen Tafeln wird ein möglichst naturgetreues Abbild nicht der elektrischen, sondern der hydraulischen Anlagen geschaffen, worin Pumpensätze, Schieber, Rohrleitungen, Brunnen, Wasserbehälter, Filteranlagen usw. durch Symbole dargestellt sind, die aufleuchten, solange der betreffende Teil in Betrieb ist. Die Leuchtwarte enthält ferner die erforderlichen Steuer- und Regelschalter sowie alle zur Überwachung und Beurteilung einer wirt-

schaftlichen Betriebsführung erforderlichen Meßgeräte, insbesondere hydraulischer Art (Abb. 1). Um etwaige Unregelmäßigkeiten frühzeitig feststellen und Abhilfe treffen zu können, wird man die wichtigsten Wassermengen-, Wasserstands- und Druckmeßgeräte als Schreiber ausführen.

Zum Aufbau solcher Leuchtwarten werden meist Stahlblechtafeln verwendet, wobei sich konstruktiv günstige Verhältnisse ergeben. Die Leuchtsymbole werden aus Zellon oder ähnlichem Stoff hergestellt, in entsprechende Ausschnitte der Tafel eingelegt und durch hinter der Tafel angeordnete Lämpchen beleuchtet. Zweckmäßig malt man die Gesamtanlage in leicht verständlicher Darstellung auf die Tafel auf und setzt die

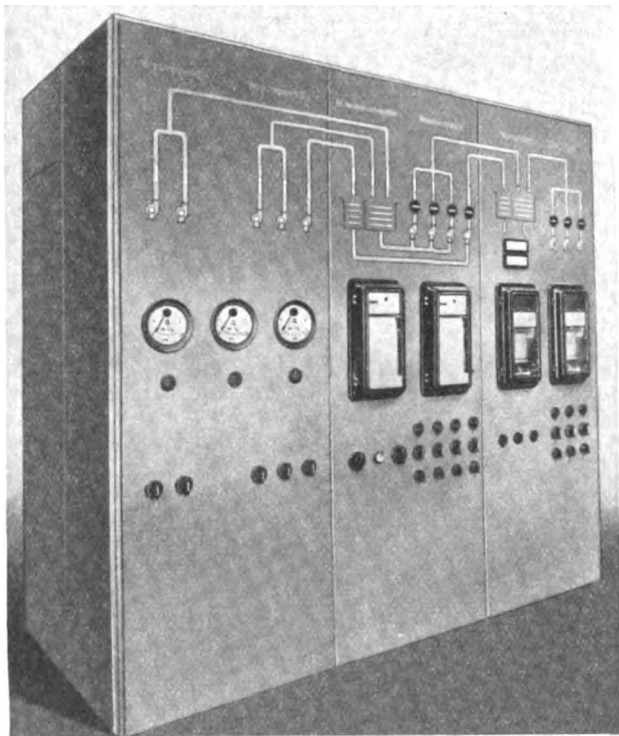


Abb. 1. Leuchtwarte für ein Wasserwerk.

Leuchtsymbole nur an den Stellen ein, an denen Zustandsänderungen erfolgen und daher Meldungen zu geben sind. Die Inbetriebsetzung einer Pumpe wird z. B. durch einen leuchtenden Kreis angezeigt, die Darstellung des jeweiligen Wasserstandes in einem Behälter durch drei bis vier waagerechte Leuchtstreifen, in Betrieb befindliche Rohrleitungen durch Leuchtpfeile, die in gewissen Abständen im aufgemalten Leitungszug eingesetzt sind. Die Darstellung des gesamten Rohrnetzes durch Leuchtstreifen würde leicht zu große Helligkeit und Überstrahlung benachbarter Symbole ergeben. Schieber werden zweckmäßig durch Schaltstellungsanzeiger dargestellt, die sich in Richtung oder quer zur Richtung des Rohrstranges einstellen, je nachdem der Schieber offen oder geschlossen ist. Zur Anzeige von Zwischenstellungen kann man kleine Profilgeräte mit entsprechender Eichung vorsehen.

Es ist eine Frage der Zweckmäßigkeit und der persönlichen Ansicht, ob man das Leuchtbild als Schalttafelfries ausbildet und darunter die Einbau-, Meß- und Steuergeräte setzt, ob man Leuchtbild und Geräte auf verschiedenen Tafeln unterbringt oder noch andere Lösungen

wählt. Im allgemeinen wird die Friesanordnung ein günstiges Bild ergeben. Nicht zu empfehlen ist der Einbau von Meßgeräten im Leuchtbild selbst, das hierbei stark auseinandergezogen werden muß, wodurch die Übersichtlichkeit leidet; auch können die Meßgeräte dann vielfach nicht in günstiger Ablesehöhe angeordnet werden.

Die Leuchtsymbole werden durch Hilfskontakte an den einzelnen Anlageteilen gesteuert, die sich bei einer Zustandsänderung dieser Teile schließen oder öffnen. Die Steuerung ist wasser-, „stromabhängig“, d. h. es leuchten jeweils die Anlagensymbole auf, durch die der Wasserstrom gerade seinen Weg nimmt. Zur Inbetriebnahme eines Pumpensatzes ist nur eine einzige Betätigung des Steuerschalters nötig, worauf sich alle weiteren Vorgänge selbsttätig abwickeln. Fällt ein Teil der Anlage aus, so wird die Störung im Leuchtbild für den gesamten hinter der Störungsstelle liegenden Anlagenteil angezeigt, sofern dieser Teil nicht gleichzeitig noch von anderer Seite von Wasser durchflossen wird. Störungen können im Leuchtbild durch Blinklicht oder auch durch andersfarbige zusätzliche Symbole angezeigt werden. Wird nach Eintritt einer Störung der betreffende Steuerschalter in die Stellung „Aus“ gelegt, so verschwindet auch die Störungsanzeige im Leuchtbild und die Symbole werden dunkel. Als Steuerschalter werden zweckmäßig solche mit Leuchtknebel verwendet, die gleichfalls Störungsmeldung geben, wenn die Stellung des Schalters nicht dem jeweiligen Zustand der Anlage entspricht (z. B. beim selbsttätigen Auslösen einer Elektropumpe infolge Überlastung des Motors usw.). Im übrigen kommen für Fernsteuerung und Fernmessungen die üblichen Schaltungen in Frage. Hydraulische Meßwerte werden durch Ringrohrgeber, nach dem Impuls-Frequenz-Verfahren oder ähnlichen in elektrische Werte umgeformt und am Empfangsort durch Geräte angezeigt bzw. aufgeschrieben, deren Skalen auf die hydraulischen Meßwerte geeicht sind.

Als Stromquelle für die Leuchtwarte wird man im allgemeinen 24 V Gleich- oder Wechselstrom wählen (Batterie oder ein Transformator mit einigen Anzapfungen). Mit einem kleinen Regelschalter kann man die Helligkeit der Leuchtsymbole der Stärke des Tageslichtes anpassen. Durch einen zweiten Schalter macht man das Leuchtbild abschaltbar, wenn eine dauernde Beaufsichtigung nicht vorhanden ist. Störungen werden in diesem Fall zunächst durch ein akustisches Signal gemeldet; Ort und Art der Störung stellt der Wärter dann beim Einschalten des Leuchtbildes fest.

Geräuschursache und -minderung bei kleinen Motoren.

534. 83 : 621. 313

Die Geräusche, welche von Oberwellen herrühren, sind durch günstige Nutkombination, günstige Wicklungsverteilung und durch richtige Schrägung der Läufernuten zu bekämpfen. Besonders zu vermeiden sind Nutkombinationen, welche Oberwellen mit einem Polzahlunterschied von 2 und 4 ergeben. Es wird an Hand von Zahlentafeln umfassend angegeben¹⁾, wie ein Überblick über die vorhandenen Oberfelder nach Polzahl und Größe gefunden wird. Durch Wahl einer Wicklungsverteilung für nahezu sinusförmige Verteilung des Strombelages lassen sich, bis auf die beiden von der Nutzung herrührenden, praktisch alle Oberwellen nahezu beseitigen. Allgemein und an Hand von Beispielen wird gezeigt, wie diese günstigste Wicklungsverteilung zu erreichen ist, ferner wie die restlichen Nutoberwellen durch richtige Schrägung der Läufernuten entfernt werden können. Lü.

¹⁾ W. R. Appleman, Electr. Engng. 56 (1937) S. 1359; 9 S. 16 Tab.

RUNDSCHAU.

Geräte und Stromrichter.

620. 1 : 621. 316. 5. 066. 6 Verbundmetall für elektrische Kontakte. — Die hauptsächlich für Schaltkontakte verwendeten Werkstoffe Kupfer und Silber entsprechen bei zweckmäßigem Aufbau der Schaltgeräte in den meisten Fällen den praktischen Anforderungen. Bei besonders hohen Beanspruchungen durch hohe Einschalt- und Abschaltströme, große Schalthäufigkeit, war es jedoch wünschenswert, Kontaktwerkstoffe zu verwenden, die gegenüber Kupfer und Silber eine höhere Beständigkeit gegen Lichtbogen-Einwirkungen und damit einen kleineren Abbrand und größere Lebensdauer, eine geringere Neigung zur Schmelzperlenbildung und zum Verschweißen und eine größere mechanische Verschleißfestigkeit aufweisen. Diese Eigenschaften werden durch die zuerst in den V. S. Amerika entwickelten Verbundwerkstoffe erzielt, die ein Gemenge aus 60 bis 80% Wolfram und 30 bis 40% Kupfer oder Silber darstellen. Die Höhe des Wolframgehaltes ist durch die Verwendungsart der Kontakte bedingt. Ist hauptsächlich große Abbrand- und Schweißfestigkeit gefordert (z. B. bei Hochleistungs-Luftschaltern), so wird man Verbundstoffe mit hohem Wolframgehalt wählen. Bei unter Öl schaltenden Kontakten ist es vorteilhafter, Verbundstoffe mit nur rd. 60% Wolfram und etwa 40% Kupfer zu verwenden. Verbundstoffe mit Silberbeimischung sind dort am Platze, wo neben großer Abbrand- und Verschleißfestigkeit auch eine gute elektrische Leitfähigkeit gefordert werden muß. Die Kontakte werden nicht vollkommen aus Verbundmetall hergestellt, sondern nur an den beanspruchten Stellen damit plattiert, und zwar 3 bis 5 mm stark mittels Hartlötung oder Nietung. Bei einem höheren Wolframgehalt als 70% ist es üblich, die Kontakte durch ein Gießverfahren mit einem Verbundstoffüberzug zu versehen, da bei diesen Mischungsverhältnissen das Verbundmetall nur schwierig durch Walzen und Hämmern verformt werden kann.

Bei Schaltversuchen¹⁾ mit 40 A-Ölschützen, wobei Kurzschlußankermotoren mit einem Anlaufstrom gleich dem 5fachen Motornennstrom rd. 60mal je Stunde geschaltet wurden, zeigten die mit dem Verbundstoff plattierten Kontakte eine 6mal so große Lebensdauer als gewöhnliche Kupferkontakte. Auch die Verwendung des Verbundstoffes für Transformatoren-Lastschalterkontakte²⁾, Anlasser-Kontaktsegmente und Kontakte für Lokomotivschützen erwies sich als sehr vorteilhaft. Im letzten Anwendungsbeispiel mußten bei gleicher Belastung und Schalthäufigkeit während der gleichen Betriebsdauer gewöhnliche Cu-Kontakte dreimal ausgewechselt werden, während die mit Verbundstoff plattierten Kontakte noch betriebsfähig waren. Bei der Besprechung der Versuchsergebnisse wird darauf hingewiesen, daß das Schweißen von Schaltkontakten sehr oft durch mechanische Prellerscheinungen bewirkt wird. In diesem Falle ist es zweckmäßiger, durch konstruktive Maßnahmen die Prellungen abzustellen. Durch Verbundmetall-Kontakte allein könnte nur eine beschränkte Verbesserung erzielt werden.

Vom Bericht beobachtete Schaltversuche mit Ölschützen 60 A hatten ungefähr dasselbe Ergebnis, nämlich, daß bei Plattierung der Kontakte mit Verbundmetall innerhalb eines gewissen Strombereiches die Lebensdauer 4- bis 5mal so groß ist als bei gewöhnlichen Kupferkontakten, jedoch mußte bei plattierten Kontakten wegen Klebgefahr die zulässige Anschlußmotorleistung gegenüber Kupferkontakten herabgesetzt werden. Bei Gleichstrom-Schnellschaltern bis zu 10 000 A Nennstrom brachte die Plattierung der Abtrennkontakte erhebliche Vorteile. Bei Ausrüstung der Abtrennkontakte von Maschinenschaltern³⁾ mit Verbundstoff konnte die Rauchentwicklung bei Einschaltung und Ausschaltung von hohen Kurzschlußströmen stark herabgesetzt werden, was hauptsächlich bei Kapselung der Maschinenschalter vorteilhaft war. [G. Windred, Electr. Engineer v. 29. 10. 1937; 2 S., 4 Abb.]

Mzr.

¹⁾ ETZ 58 (1937), S. 404.

²⁾ VDE-Fachberichte 7 (1935) S. 16.

³⁾ VDE-Fachberichte 8 (1936) S. 139.

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 39 Elektrische Meßlehre. — Auf dem Gebiet der neuzeitlichen Fertigung, insbesondere bei der Massenerstellung von Präzisionsteilen, werden an die Prüfverfahren immer höhere Ansprüche gestellt. Es wurde deshalb eine Meßlehre entwickelt, die es gestattet, auf elektrischem Wege die genaue Bestimmung selbst enger Toleranzen durchzuführen. Da-

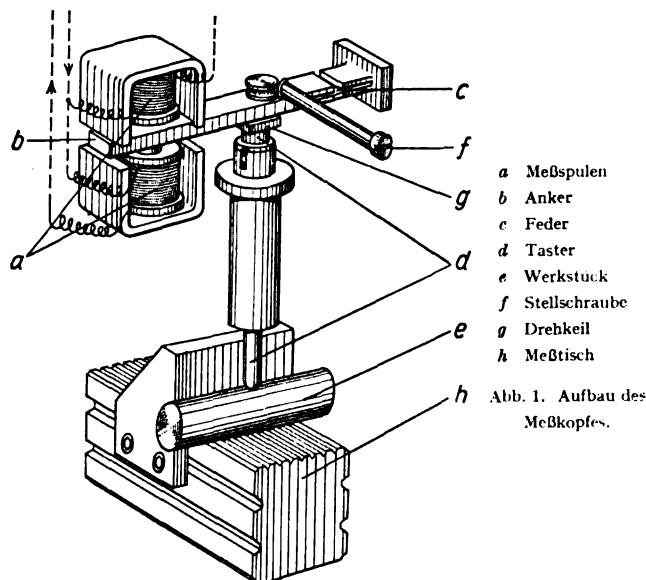
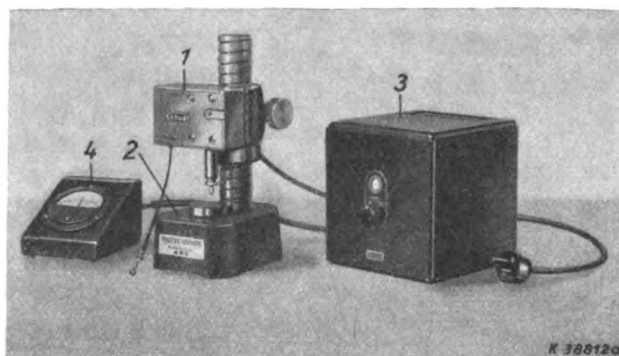


Abb. 1. Aufbau des Meßkopfes.

bei ist eine Fernanzeige möglich. Das den Meßwert anzeigende elektrische Meßinstrument kann an einer für die Beobachtung günstigen Stelle aufgestellt werden. Selbst größere Schalttafelinstrumente, die die Ablesung meist wesentlich erleichtern, da sie eine rasche Ermüdung des Beobachters ausschließen, können noch verwendet werden.



1 Meßkopf 2 Ständer 3 Netzgerät 4 Meßinstrument

Abb. 2. Meßlehre mit getrenntem Anzeigegerät.

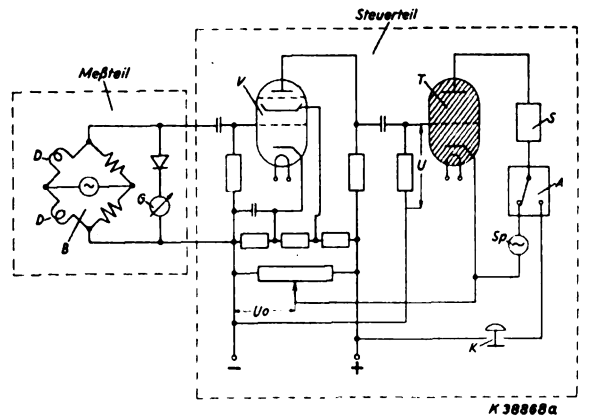
Die Meßlehre arbeitet nach einem induktiven Verfahren. Der Aufbau des Meßkopfes ist in Abb. 1 dargestellt. Die Dicke des Prüfstückes *e* bestimmt die Lage des bei *c* eingespannten Eisenankers *b* zwischen den beiden Meßspulen *a*. Nur in der Mittelstellung des Ankers zwischen den Spulen sind beide Scheinwiderstände einander gleich. Nähert sich der Anker dagegen einer Spule, so wird deren Selbstinduktion größer, während die der anderen Spule abnimmt. Diese beiden Spulen liegen nun in benachbarten Zweigen einer Wechselstrom-Ausschlagbrücke. Das in der Meßdiagonale liegende Brückeninstrument kann dann unmittelbar in den zu messenden Toleranzen geeicht werden. Trotz Verwendung von Trockengleich-

richten wurde eine praktisch lineare Skala erreicht. Mittels der Stellschraube *f* kann ein Drehkeil verstellt werden, auf dem der Taster *d* exzentrisch aufliegt. Dadurch ist eine Höhenfeineinstellung der Lehre möglich. In Abb. 2 stellt 1 den Meßkopf auf dem Ständer 2 dar, 4 ist das Anzeigegerät. Das zugehörige Netzgerät 3 enthält die übrigen Schaltteile der Anordnung. Durch eine selbsttätige Regelvorrichtung werden Spannungsschwankungen des Netzes ausgeglichen.

Der Meßbereich kann ± 10 bis $\pm 100 \mu$ für den Vollausschlag betragen. Die Meßgenauigkeit erreicht dabei die Genauigkeit der als Anzeigegeräte verwendeten Betriebs-Meßinstrumente (Klasse G). Der Anschluß der Lehre erfolgt an ein Wechselstromnetz von 220 V, 50 Hz. Das Gerät enthält keinen Verstärker. Das Fehlen jeglicher Lagerstellen, durch deren Abnutzung Fehler entstehen könnten, sowie der einfache Aufbau des Gerätes machen es widerstandsfähig gegen äußere Einflüsse, so daß es unmittelbar als Werkstattgerät zu verwenden ist. Für die empfindlichsten Meßbereiche empfiehlt es sich jedoch, die Messung in einem auf gleichbleibender Temperatur gehaltenen Raum vorzunehmen.

Die beschriebene Lehre hat sich bereits in starkem Maße in der Werkstatt eingeführt. Durch die Verwendung eines elektrischen Meßverfahrens ergibt sich ferner die Möglichkeit der unmittelbaren Steuerung von Maschinen, auf die im nachfolgenden Bericht näher eingegangen wird. [E. Froböse, AEG-Mitt. (1937) S. 405; 2 1/2 S., 5 Abb.] *eb.*

621. 317. 39 Anwendung der elektrischen Meßlehre zum Messen und Steuern. — Im vorstehenden Bericht wurde die elektrische Meßlehre als Standort-Meßgerät zum Prüfen fertiger Werkstücke beschrieben. Sie eignet sich aber auch vorzüglich für die selbsttätige Arbeitsüberwachung an Werkzeugmaschinen. Durch diese selbsttätige Maßüberwachung wird die Anzahl der Ausschuß-Werkstücke wesentlich verringert und außerdem die Arbeitszeit stark vermindert.



A Umschalter	K Druckknopf	T Schaltrohre
B Brückenschaltung	S zu steuerndes Gerät,	U Schaltspannung
D Meßspulen	Relais, Signallampe usw.	U0 Gittervorspannung
G Anzeigegerät	Sp Wechselstromquelle	V Verstärkerröhre

Abb. 3. Grundsätzliches Schaltbild einer Steuereinrichtung mit Verstärkerstufe.

Zu diesem Zweck wird die an der Meßbrücke abgenommene Meßspannung einer Verstärkerröhre zugeführt, durch welche die Schaltspannung ohne Strombelastung auf rd. 70 V bei Vollausschlag des elektrischen Meßkopfes verstärkt wird. Mit der auf diese Weise verstärkten Schaltspannung wird ein Relais-Thyratron mit konstanter Zündspannung bis auf 2% der höchsten Schaltspannung genau zum Zünden gebracht. Bei einem Meßbereich von z. B. 10μ am Anzeigegerät der Meßlehre spricht die Schaltrohre bereits auf $0,2 \mu$ genau an. Somit ergibt sich eine Genauigkeit, die weit über der mit mechanischen Relais erreichbaren liegt. Das grundsätzliche Schaltbild eines solchen Steuergerätes zeigt Abb. 3. Der Meßteil setzt sich zusammen aus dem Meßkopf mit den Meßspulen *D*, dem Netzgerät mit der Brückenschaltung *B* und dem Anzeigegerät *G*. Der Steuerteil enthält die Verstärkerröhre *V* und die gasgefüllte Schaltrohre *T*. Durch den Schalter *A* kann die Steuerung entweder so eingestellt werden, daß das Schaltgerät *S* nach dem Ansprechen nur dann wieder stromlos wird, wenn der Druckknopf *K* betätigt wird oder sofort wieder abfällt, wenn der Meßwert um einen geringen Betrag wieder kleiner geworden ist.

Dadurch, daß man die Steuerung auch so einstellen kann, daß der Schaltvorgang auch dann bestehen bleibt, wenn der betreffende Meßwert nur ganz kurzzeitig überschritten wird, eignen sich diese Meßeinrichtungen auch für solche Messungen, welche trotz der verlangten hohen Genauigkeit besonders schnell ausgeführt werden müssen.

Es lassen sich auch Sonderausführungen des Steuergerätes herstellen, bei welchen nacheinander durch Betätigung des Tasters mehrere Entladungsgefäße zum Zünden gebracht werden können, um bei Bearbeitungsmaschinen mehrere Arbeitsvorgänge nacheinander einschalten zu können.

Die außerordentlich hohe Empfindlichkeit der Steuereinrichtung geht daraus hervor, daß durch Bestrahlen einer dünnen Aluminiumfolie von $1/100$ mm Stärke mit einer Tischlampe diese durch das Steuergerät über ein Zwischenrelais ein- und ausgeschaltet wird. Dieser Versuchsaufbau stellt eine neuartige trägheitslose Temperaturregelanlage dar. Die neue elektrische Meßlehre kann noch für zahlreiche andere Messungen verwendet werden. [P. K. Hermann u. W. Schmid, AEG-Mitt. (1937) S. 407; 4 S., 4 Abb.] *W. Sd.*

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 311. 21. 004. 6 : 551. 588. 5 Eisstörungen bei Wasserkraftanlagen. — Im Gegensatz zu der plötzlichen Erstarrung unterkühlten ruhenden Wassers zu Eiskristallen und Eisdeckenbildung von oben nach unten hin ist die Physik des Eises in fließendem Wasser¹⁾ sehr mannigfaltig und verwickelt. Mikroskopisch kleine Eisnadeln und -scheibchen stellen im fließenden Wasser eine kolloidale Masse dar, aus welcher sich Eiskristalle bilden und zu den verschiedensten Vorkommen (Grundeis, Sulzeis, Treibeis, Grundeisdecke, Oberflächenisdecke) zusammenschließen. Grundeis und Sulzeis sind die größten Feinde der Wasserkraftanlagen. Harry, der sich auf die Eisforschungen von Jahnschoff²⁾ stützt, untersucht die klimatologischen Verhältnisse der Schweiz, deren raschfließende Gewässer wegen dieses ihres Fließzustandes vorwiegend zur Bildung der beiden vorgenannten Eisarten neigen und insoweit den süddeutschen Gebirgsflüssen und den süd- und mitteldeutschen Mittelgebirgsgewässern vergleichbar sind, gibt eine ausführliche Schilderung der Eisschwierigkeiten, welche insbesondere in dem kalten Winter 1929 an einer großen Zahl schweizerischer Werke aufgetreten sind und bis zu völligen Betriebsstillständen geführt haben.

Harry sieht die wirksamsten Mittel gegen Eisstörungen in natürlichen und künstlichen Seen oder großen Stauräumen, in der Einleitung warmen Quellwassers und in der Hintereinanderschaltung der Anlagen, in einer festen Eisdecke in den Stauräumen und Kanälen, deren Bildung durch Verminderung der Wassergeschwindigkeit, durch Einhängen von Balken unterstützt werden kann. Für die Rechen schlägt Harry das Einblasen heißer Luft in das Wasser vor neben der üblichen Berieselung mit Quellwasser oder erwärmtem Wasser, Anblasen mit Dampf oder elektrischer Heizung (wobei nur ein Teil der Rechenfelder geheizt zu werden braucht), Abdecken der über dem Wasserspiegel liegenden Rechenfläche. Für die Turbinenabschlüsse wird die Anbringung einer die kalte Außenluft abschließenden Tauchwand empfohlen. Der Raum zwischen Rechen und Turbineneinläufen soll erwärmt werden (z. B. durch die Warmluft der Generatoren); das Eindringen von Kälte in geschlossene Teile der Wasserzu- und -ableitung (Stollen, gedeckte Gerinne, auch Rechen- und Schützenhäuser) ist durch Tauchwände zu verhindern. Für die Rechenheizung zieht Harry den Einbau von Heizkörpern der unmittelbaren Benutzung der Rechenstäbe als Heizwiderstände vor.

In Schweden wird nach anderen Berichten die Generatoren-Warmluft auch zur Warmhaltung von Druckrohrleitungen und offenen Gerinnen verwendet³⁾. Vereinzelt hat man auch die Turbinen elektrisch oder mit Dampf geheizt, doch ist deren Störungsmöglichkeit nach den europäischen Erfahrungen als sehr gering zu bewerten⁴⁾.

Neben dem möglichststen Schutz vor störender Eisbildung ist schon beim Entwurf von Anlagen besonders auf die Abführung der Eismassen bei Treibeis- und Eisstoßbildung im

¹⁾ Beachtenswerte Studien über die Physik des Gefriervorganges besonders in fließendem Wasser und die Grundeisbildung hat O. Gabran, Alswiki (Letland), veröffentlicht: Wasserkr. u. Wasserwirtsch. 26 (1931) H. 22, S. 269; 30 (1935) H. 8, S. 91; 31 (1936) H. 13, S. 167; 32 (1937) H. 18, S. 213.

²⁾ Jahnschoff, Wasserkr. u. Wasserwirtsch. 30 (1935) H. 5, S. 60.

³⁾ Wasserkr. u. Wasserwirtsch. 32 (1937) H. 5, S. 58.

⁴⁾ Wasserkr. u. Wasserwirtsch. 19 (1924) H. 18, S. 336; 26 (1931) H. 3, S. 34; 28 (1933) H. 19, S. 227.

Flüsse über die Stauwehre und Fernhaltung vom Kanaleinlauf, ebenso wie auf die Abfuhr des aus der Eisdecke im Kanal entstehenden Scholleneises zu achten. Rechen, Schützen und Rechenputzmaschinen sind entsprechend gegen eine zusätzliche Belastung durch Eisschub oder -gewicht, erhöhten Bewegungswiderstand oder Wasserdruk (Rechenverlegung) vorzusehen. Nachteiliger als die Kosten für die Beseitigung des Eises und die Behebung von Eisstörungen, welche nach dem Bericht von Harry in den Eistagen 1929 bis zu 10000 schw. Fr bei einigen Werken betrugen, ist für die betroffenen Werke der — wenn auch kurzzeitige — Leistungsausfall und u. U. Stillstand; günstig hingegen ist gerade bei der Schweiz das Vorhandensein ausreichender hydraulischer Speichereinrichtungen¹⁾, welche ihrer Natur nach (Seen, geschlossene Wasserzuleitungen) von Eis unbeeinflusst bleiben. [A. Harry, Rev. gén. Electr. 42 (1937) S. 555 u. 593; 28 S., 31 Abb.] *Rdl.*

621. 316. 5 : 621. 315. 14. 056. 5. 004. 5 Abschmelzen von Eisbehang auf Freileitungen ohne Betriebsunterbrechung durch planmäßige Schaltungen. — Eine Anzahl amerikanischer Elektrizitäts-Verteilungsbetriebe wendet zur Eisansatzbekämpfung auf Hochspannungsleitungen von 13 kV bis 115 kV die bekannte Kurzschlußheizung an. Bemerkenswert dabei ist trotz Abschaltung der zu heizenden Leitung vom Netz die Aufrechterhaltung des Betriebes dadurch, daß nach einem bestimmten Plan die Stromkreise oder Leitungen nacheinander derart vorgenommen werden, daß keine Belieferungsunterbrechung der Abnehmer eintritt, wozu allerdings die Voraussetzungen durch ein entsprechend vermaschtes Netz gegeben sein müssen²⁾. Die erforderlichen Schaltungen sind in einem sorgfältig aufgestellten Plan vorher bis ins einzelne genau bestimmt und nach Zeiten geordnet, so daß sogar die für deutsche Begriffe ungewöhnlich erscheinende Möglichkeit besteht, alle Schaltungen für die Eislastabschmelzung auch ohne fernmündliche oder sonstige Verständigungsmöglichkeit nur nach der Uhr vorzunehmen. Nach den deutschen Vorschriften wären derartige Schaltungen nach Zeit, die sich nach dem vorliegenden Bericht gut bewähren sollen, verboten vor allem, weil zum Einlegen des Kurzschlusses und der Umgehungsleitungen für die Umspanner unmittelbar in den Hochspannungsanlagen gearbeitet werden muß. Besonderer Wert wird auf rechtzeitige Erkennung der zum Eisbehang führenden Witterung gelegt, da es sich in den V.S. Amerika im allgemeinen nicht um den in Europa bekannten Rauheif handelt, der sich während eines längeren Zeitabschnittes ansetzt, sondern um Eisbehang, der bei Schneestürmen (Blizzard) plötzlich auftritt und innerhalb kurzer Zeit die Leitungen zu Bruch bringen kann.

In einem Betriebe wird auch das Erdseil im Kurzschluß mit einer Phase geheizt, wozu es auf den Mastspitzen an einem Hängeisolator befestigt ist. In den Sommermonaten vom 15. April bis 15. November werden diese Isolatoren überbrückt, um die Wirksamkeit des Erdseils als Blitzschutz zu erhalten. [Electr. Wld., N. Y. 108 (1937) S. 1705; 5 S., 6 Abb.] *Kd.*

Verkehrstechnik.

621. 335. 4. 033. 91 (7) Neuzeitlicher Obusbetrieb in Portland. — Der Aufsatz behandelt den neuesten Obusbetrieb in Portland (Oregon), der mit 140 Fahrzeugen und 73 km Streckenlänge der z. Z. größte amerikanische Obusbetrieb ist. Daneben dienen dem Verkehr der 300 000 Einwohner zählenden Stadt auch noch 140 km Straßenbahn- und 105 km Autobusstrecken. Der Ausbau von Obuslinien fand vor allem auf den Strecken statt, wo die Erneuerung der Straßenbahngleise notwendig wurde. Die erste Linie wurde im August 1936 eröffnet; innerhalb neun Monaten erfolgte der Gesamtausbau im obigen Umfang. Es werden jetzt 5 350 000 Wagen-km jährlich geleistet. Die Fahrdrähte, die auf den Außenstrecken an Holzmasten aufgehängt sind, sind aus Kadmium-Bronze-Legierung hergestellt. Versuchsweise ist eine Teilstrecke mit Runddraht ausgerüstet worden. Die Schmierung der Fahrdrähte erfolgt durch einen besonderen Schmierwagen nach jeweils 1500 Wagen-durchfahrten. Die Fahrleitungsunterhaltungskosten waren im ersten Betriebsjahr sehr gering. Die Fahrzeuge sind 7,35 m lang und 2,60 m breit. Sie haben ein Leergewicht von 9,4 t bei einem Fassungsvermögen von 40 Sitz- und 20 Stehplätzen. Die Hinterachsunterstützung von 1 : 9,97 verleiht bei

einem Raddurchmesser von 1070 mm und einer Motordrehzahl von 3360 U/min dem Wagen eine Höchstgeschwindigkeit von 68 km/h. Die polizeilich zugelassene Höchstgeschwindigkeit von 57 km/h entspricht einer Motordrehzahl von rd. 2800 U/min. Die Obusse sind nur mit einem in Fahrgestellmitte aufgehängten Einkollektormotor von 92 kW Leistung ausgerüstet. Die Druckluftbremse wirkt auf sämtliche Räder. Die Wagenbeleuchtung erfolgt durch eine 12 V-Batterie, um von der Fahrdrachtspannung unabhängig zu sein. Trotz einer für die Innenstadt hohen Reisegeschwindigkeit von rd. 21 km/h waren beim Obus weit weniger Verkehrsunfälle zu verzeichnen als bei der Straßenbahn. Interessant ist das amerikanische Verfahren, die Beförderung zum Kilometerpreis vom Reifenlieferanten, der für die laufende Unterhaltung sorgen muß, zu leihen. Da der Obusbetrieb sich gut bewährt hat, ist ein weiterer Ausbau geplant. [J. H. Polhemus, Electr. Engng. 56 (1937) S. 1483; 3½ S., 2 Abb.] *E. Schn.*

Fernmeldetechnik.

621. 395. 61 Billiges Mikrophon für mannigfaltige Verwendung. — Zur Befriedigung des in den letzten Jahren stark gewachsenen Bedürfnisses nach einem billigen und trotzdem guten Mikrophon für viele Zwecke im öffentlichen Leben (z. B. Kaffeehäuser, Versammlungsräume, Schulen usw.) ist das Mikrophon 633 A entwickelt worden. Es beruht auf dem elektrodynamischen Prinzip und ähnelt den schon länger bekannten hochwertigen Rundfunkmikrophonen 618 A und 630 A. Die geformte Membran besteht aus einer harten Aluminiumlegierung und ist auf dem äußeren ringförmigen Polschuh aufgeklebt. Frequenzkurven für verschiedene Schalleinfallswinkel sind wiedergegeben. Zur Erhöhung der Richtwirkung wird eine Metallscheibe von etwa doppeltem Mikrophondurchmesser auf das Mikrophon aufgesetzt. Dies ist z. B. sehr nützlich bei Verwendung an öffentlichen Orten, um störende Geräusche usw. von der Einsprache abzuhalten. [R. N. Marshall, Bell. Labor. Rec. 16 (1937) S. 80; 5 S., 6 Abb.] *Jst.*

621. 397. 26. 029. 6 Bildtelegraphie mit Zeitmodulation — Die Bildübertragung auf Kurzwellen wird bei der gewöhnlichen Amplitudenmodulation sehr stark durch den Schwundeffekt gestört, der sich in einer großen Zahl verschieden breiter dunkler Linien äußert. Da die Verfahren zur Beseitigung des Schwundeffekts trotz beträchtlichen Aufwands nicht ganz befriedigen, wird öfter eine andere Modulation, die sogenannte Zeitmodulation angewandt. Danach wird der Schwärzungsgrad der Bildvorlage ausgedrückt durch telegraphische Zeichen verschiedener Zeitdauer, aber konstanter Amplitude. Hierbei können die auf der Übertragungsstrecke durch Schwunderscheinungen aufgedrückten Amplitudenschwankungen am Empfangsort durch Begrenzerschaltungen wieder beseitigt werden, so daß man hier als getreues Abbild der Senderzeichen zeitmodulierte Stromstöße erhält. Obwohl die Zeitmodulation unwirtschaftlicher arbeitet als die Amplitudenmodulation, wurde sie in letzter Zeit vielfach insbesondere auf große Entfernungen eingesetzt, so z. B. zwischen Tokio und Berlin im August 1936. Der Nachteil gegenüber der Amplitudenmodulation liegt darin, daß die Zeitmodulation so eingerichtet sein muß, daß das einzelne einen bestimmten Schwärzungsgrad charakterisierende Telegraphiezeichen keinesfalls länger andauern darf als das bestrichene Rasterelement (Bildpunkt) selbst, andernfalls würden die Zeichenlängen ineinander laufen und die feineren Einzelheiten des Bildes verloren gehen. Bei der Amplitudenmodulation stellt die Dauer eines Bildpunktes bereits das kürzeste Zeichen dar, bei der Zeitmodulation dagegen die Dauer eines schwarzen Bildpunktes das längste Zeichen. Zur Darstellung eines getönten oder weißen Bildpunktes müßte dieses Zeichen noch weiter verkürzt werden. Da dies mit Rücksicht auf den Kurzwellenkanal nicht möglich ist, bleibt nichts übrig, als das Telegraphiezeichen des schwarzen Bildpunktes von vornherein gemäß der zu übertragenden Tönungsskala länger zu wählen oder, was dasselbe bedeutet, das Arbeitstempo entsprechend zu verlangsamen. Mit Rücksicht auf die durch andere Eigenschaften der Kurzwellen bedingte Zeichenfolge in der Zeiteinheit ergibt sich so für die Übertragung eines Bildes von 18 × 21 cm eine Zeit von 56,7 min bei einer Rasterung von drei Linien/mm. Ein derartiger Zeitbedarf ist aber unwirtschaftlich, so daß die Zeitmodulation nur ein Notbehelf sein kann. Als Vorteil kann neben der Unempfindlichkeit gegen Störungen die Möglichkeit der getreuen Wiedergabe auch von Halbtönen (Grauwerten) angesehen werden. Zur Umwandlung der von der Photozelle gelieferten amplitudenmodulierten Bild-

¹⁾ Jahresarbeit der schweizerischen öffentlichen Elektrizitätswerke 1936/37: 5200 Mill kWh, Speichervermögen: 720 Mill kWh = 13,9 % der gesamten Jahresarbeit.

²⁾ K. Halbach, ETZ 54 (1933) S. 33. — H. Roth, ETZ 59 (1938) S. 93.

zeichen in zeitmodulierte Zeichen benutzen die Japaner zwei Verfahren, ein elektrisches mit einer Gasentladungsröhre und ein mechanisches. Das letztere, zuverlässigere benutzt einen Oszillographenspiegel, der außer durch die amplitudenmodulierten Bildzeichen noch durch eine sägezahnförmige Wechselspannung beeinflusst wird. Der Spiegel reflektiert einen schmalen Lichtstrahl, der auf eine Photozelle fällt und hier in elektrische Zeichen umgewandelt wird. Zwischen Photozelle und Spiegel wird ein Schirm so in den Strahlengang gestellt, daß die Photozelle bei unmoduliertem Oszillograph nur kurzzeitig Licht erhält, wenn der Spiegel durch die Sägezahnspannung maximal abgelenkt ist. Mit zunehmendem Bildstrom nimmt die Zeitdauer der Photozellenbelichtung zu, so daß man in dem Photozellenkreis zeitmodulierte Bildzeichen erhält. Ein ähnliches mechanisches System wird auf der Empfangsseite zur Aufzeichnung der Bildzeichen benutzt. [Masatsugu Kobayashi, Electr. Commun. 16 (1937) S. 144; 9 S., 17 Abb.] Grs.

621. 317. 332 : 621. 332. 31 Messung des hochfrequenten Fahrdrabt-Scheinwiderstandes von Straßenbahnen.—

An einem zentralen Knotenpunkt und drei Außenlinien der Berliner Straßenbahnen wurden Fahrdrabt-Scheinwiderstandsmessungen in Abhängigkeit von der Frequenz ausgeführt. Infolge der zahlreichen Resonanzstellen an Speisepunkten, Fahrdrabtenden, Streckentrennern usw. liegt zwar der Mittelwert aller Meßwerte etwa bei der Hälfte des für die betreffende Strecke theoretisch berechneten Wellenwiderstandes von 464 Ω . Die Einzelwerte streuen jedoch um etwa zwei Größenordnungen von 25 bis 1800 Ω . [W. Gerber u. H. Kölliker, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 28 (1937) S. 655; 1 S., 5 Abb.] Cd.

621. 396. 823 : 621. 314. 65. 025. 3 Hochfrequente Rundfunkstörungen durch Bahngleichrichter.—

Die Art und Weise der durch Drehstrom-Gleichstrom-Bahngleichrichter erzeugten Empfangsstörungen wird allgemein beschrieben. Wie zu erwarten, ist hierbei der hoch über den Erdboden gespannte Fahrdrabt als Hauptstörungsträger anzusehen. Jedoch können auch über die Wechselstromseite Störungen übertragen werden. Eine Reihe von Störkennlinien bei verschiedenen Meßfrequenzen in Abhängigkeit von der Strombelastung des Gleichrichters wurden aufgenommen. Sie zeigen ganz verschiedene Formen sowie eine große Anzahl von nicht stabilen Zwischenformen. Vergleicht man die Störwerte bei verschiedenen Meßfrequenzen, so erweist sich der Gleichrichter als typischer Langwellenstörer. Dabei werden Unterschiede zwischen Glas- und Eisengleichrichter nicht wahrgenommen. Aus der Zusammenfassung der Ergebnisse über Stör Schutzmaßnahmen an Schienenbahnen ergibt sich, daß eine Begrenzung der Störspannung am Fahrdrabt auf 10 mV erreichbar und unbedingt erforderlich ist. Die für niederfrequente Störbeeinflussungen benutzten Filter waren für hochfrequente Entstörungszwecke unbrauchbar. Für die Ausbreitungsdämpfung der Störspannung über die Fahrleitung einer Schmalspurbahn wird eine empirisch ermittelte Gleichung angegeben. [W. Gerber u. H. Kölliker, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 28 (1937) S. 654; 2 S., 5 Abb.] Cd.

Theoretische Elektrotechnik.

537. 523. 5. 001. 5 Der elektrische Lichtbogen in schnellströmendem Gas.—

Die experimentellen Ergebnisse früherer Arbeiten¹⁾ über den Lichtbogen in schnellströmendem Gas, wie er z. B. in Preßgasschaltern auftritt, werden ausgewertet. Die Temperatur dieser Bögen ergab sich zu rd. 15 000° K, der Ionisationsgrad zu etwa 10%, die Elektronendichte zu etwa 10^{17} Elektronen/cm³, die Stromdichte zu etwa 20 bis 50 kA/cm²; die ausgestrahlte Energie betrug bei 1 kA Bogenstrom einige kW je cm Bogenlänge. [B. Kirschstein u. F. Koppelman, Wiss. Veröff. Siemens-Werk. 16 (1937) H. 3, S. 26; 30 S., 8 Abb.] F. Kp.

621. 315 +. 316. 014. 3. 001. 5 Beiträge zur Berechnung der Kurzschlußerwärmung.—

Zunächst werden die theoretischen Grundlagen der Erwärmungsberechnung von Leitern und Kontakten besprochen und allgemein gültige Formeln abgeleitet. Für die Erwärmungskurve, d. i. die Temperatur in Abhängigkeit von der spez. thermischen Belastung, wird eine genau geltende analytische Formel angegeben. Dabei sind die

Temperatureinflüsse auf die Leitfähigkeit, Wärmeausdehnung und spez. Wärme berücksichtigt. Die Berechnung der thermischen Belastung wird auf alle Funktionen, die für die Darstellung des Stromverlaufes beim Kurzschluß wichtig sind, ausgedehnt. Der Einfluß der Stromverdrängung wird sinngemäß in die Rechnung gezogen. Die Erwärmungsberechnung von Kontakten gestaltet sich schwieriger, weil die Ansätze zur Nachbildung der wahren Verhältnisse verschieden ausfallen können. Der Kontakt kann als Übergangswiderstand angenommen werden, genauer ist es aber, denselben als Einschnürungs- oder Siebwiderstand aufzufassen, entsprechend den Untersuchungen von L. Binder und R. Holm. Die Berechnung wurde für beide Annahmen, und zwar jeweils für flächen-, linien- und punktförmige Berührung, ausgeführt. Die Temperatur der heißesten Stelle wird für konstanten und exponentiell abfallenden (Kurzschluß-) Strom angegeben. Bei der Berechnung der Wärmeausgleichsvorgänge wurde die Heavisidesche Operatorenrechnung für die Ableitung der Ergebnisse oft eingesetzt. Es wurde festgestellt, daß die Temperaturabhängigkeit der Leitfähigkeit die Erwärmungsberechnung von Kontakten grundsätzlich beeinflussen kann. Im Gegensatz zu früheren Ansichten, besitzt ein Kontakt (Siebwiderstand) eine bestimmte spez. Grenzbelastung.

Um für den praktischen Ingenieur brauchbare Formeln angeben zu können, wurden versuchsmäßige Untersuchungen über die Änderung des Widerstandes und der spez. Wärme von Leitungsaluminium und Leitungskupfer bei hohen Temperaturen angestellt. Als Ergebnis werden diese Abhängigkeiten graphisch dargestellt und die entsprechenden analytischen Formeln ermittelt. Die Versuchswerte wurden zur Auswertung der theoretischen Formeln benutzt. [A. Avramescu, Dissertation T. H. Dresden 1937.]

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

621. 3 : 622 (06) Verein zur Ueberwachung der Kraftwirtschaft der Ruhrzechen Essen. Jahresbericht 1936/37.—

Der Gesamtanschlußwert der im Berichtsjahr überwachten elektrischen Anlagen betrug 3 108 275 kW (+ 232 279 kW). (Zahlen in Klammern beziehen sich auf 1935/36.)¹⁾ Hiervon entfielen auf die Stromerzeugung 757 371 kW (+ 96 243 kW), auf die Stromumformung 1 301 452 kW (+ 93 830 kW), auf den Stromverbrauch 1 049 452 kW (+ 42 206 kW). In diesen Ziffern ist die Stromumformung unter Tage mit 84 577 kW und der Stromverbrauch unter Tage mit 350 829 kW enthalten. Bei den Fremdstrombeziehern scheint weiter die Neigung zu bestehen, die Eigenerzeugung von elektrischem Strom in erhöhtem Maße aufzunehmen. Die Gesamtlänge der mit Fahrdrabt-Streckenförderung belegten Strecken betrug rd. 667 km (— 31 km). 610 Genehmigungsanträge für Neuanlagen und Erweiterungen zeigten eine Steigerung um 44,5% gegenüber dem Vorjahr. Die Güte der Schienenstoß-Schweißverbindungen ist mit 97,9% bei einer Zunahme der Verbindungen um 4% gleichgeblieben. Unter den 17 elektrischen Unfällen waren neun auf eigenes Verschulden, nur einer auf schadhafte Anlagen zurückzuführen. Elektriker-Lehrgänge wurden in verstärktem Maße durchgeführt. Zur Erhöhung der Überstromsicherheit in schlagwettergeschützten Niederspannungsanlagen unter Tage hat das Oberbergamt Dortmund verfügt, daß den Motorthermoschützen Schmelzsicherungen in bestimmter Größe beizuschalten sind. Zur Erhöhung der Sicherheit und Wirtschaftlichkeit beim elektrischen Schweißen unter Tage wird die Benutzung von Schweißumformern an Stelle von Vorschaltwiderständen beim Anschluß an die Fahrdrabtleitung empfohlen. Schachtsignalanlagen sind zweckmäßig mit einer Erdschluß-Überwachungseinrichtung auszurüsten. Für die Stromkreise der Steuerleitungen bei ferngesteuerten Schaltgeräten sind besondere Sicherungen vorzusehen. Für die Lichtleistung der tragbaren Mannschafts-Grubenlampen wurden Richtzahlen festgesetzt. Eine Kabelprüfeinrichtung zur Prüfung der Isolationsfestigkeit für Gleichspannungen bis zu 30 kV wurde neu geschaffen. — Bei der Schweißung einer Hochdruckleitung wurde eine sehr starke magnetische Blaswirkung beobachtet. Die Schweißung erfolgte mit Gleichstrom. Messungen ergaben, daß in dem Werkstoff remanenter Magnetismus vorhanden war, der ein einwandfreies Verschweißen unmöglich machte. Ein störungsfreies Schweißen wurde erst erreicht, nachdem man den Minuspol an die Rohrleitung angeschlossen hatte, um die Blaswirkung aufzuheben. Pge.

¹⁾ Wiss. Veröff. Siemens-Werk. 16 (1937) H. 1, S. 51; ETZ 58 (1937) S. 1197.

¹⁾ ETZ 58 (1937) S. 100.

AUS ERZEUGUNG UND VERBRAUCH.

Österreichs Elektrizitätswirtschaft.

621. 311. I. 003. I (436)

Gemäß der Statistik der österreichischen Unternehmungen mit Wasser- und Wärmeanlagen von mindestens 500 kW Nennleistung ist die Zahl der Wasser- und Wärmekraftwerke von 1933 bis 1936 ziemlich stabil geblieben. Die Erzeugung ist gegenüber 1933 jedoch erheblich gestiegen, und zwar auf 2554,6 Mill kWh, während im Jahre 1933 die Erzeugung insgesamt 2272,1 Mill kWh ausmachte. Die Erzeugung der Wärmekraftwerke ist beträchtlich gestiegen, und zwar von 1858,1 (1933) auf 2157,4 Mill kWh (1936). Die Erzeugung der Wärmekraftwerke ging weiter zurück, und zwar von 414,0 (1933) auf 397,2 Mill kWh (1936). Nach der Art der Erschließung entfallen im Jahre

gen sind 1936 mehr als 400 km gegenüber dem Vorjahr hinzugekommen.

Im Stromabsatz zeigt sich im Jahre 1936 eine erfreuliche Steigerung. Der Eigenverbrauch ist von 863,13 auf 907,12 Mill kWh gestiegen. Dies dürfte auf das Wiedererstarren der industriellen Tätigkeit zurückzuführen sein, da es sich hierbei, wie aus der nachfolgenden Energiebilanz ersichtlich ist, hauptsächlich um Strom für Industriezwecke handelt. Bemerkenswert ist auch die Entwicklung im Kleinverbrauch, der sich bei den städtischen Beziehern von 203,18 auf 216,7 und bei den ländlichen Verbrauchern von 55,7 auf 63,2 Mill kWh erhöht hat.

Energiebilanz*).

Erzeugung und Bezug in Mill kWh	1936	1935	Verbrauch in Mill kWh	1936	1935
Erzeugung			Kleinverbrauch: städtisch	210,684	203,179
öffentlicher Stromlieferungs-Unternehmungen . .	488,071	516,367	Kleinverbrauch: ländlich	63,187	55,700
gemischtwirtschaftlicher Stromlieferungs-Unternehmungen . .	985,831	936,651	öffentliche Beleuchtung	34,649	31,847
privater Stromlieferungs-Unternehmungen . .	121,768	126,283	Großverbraucher	322,795	317,857
der Eigenanlagen	334,107	316,593	Voll-, Klein- u. Str.-Bahnen	227,947	220,536
der Anlagen mit Stromlieferung an Dritte . .	497,004	461,953	Seilbahnen	0,375	0,387
der Bahnen	127,239	119,069	Eigenverbrauch	907,120	863,126
Bezug aus inländ. Unternehmungen			Lieferung an inländ. Unternehmungen außerhalb d. Statistik	41,265	44,555
außerhalb d. Statistik	25,227	18,593	Lieferung a. d. Ausland		
Bezug aus ausländ. Unternehmungen			(Ausfuhr)	340,630	347,043
(Einfuhr)	1,776	1,695	Verluste	430,775	412,485
Summe	2 581,623	2 497,204	Zusätzliche Verluste aus Verbundbetrieb	2,196	0,489
			Summe	2 581,623	2 497,204

*) Nach der „Statistik der österreichischen Unternehmungen mit Wasser- und Wärmekraftanlagen von mindestens 500 kW Nennleistung nach dem Stande Ende 1936“. Herausgegeben vom ehemaligen Bundes-

ministerium für Handel und Verkehr im Einvernehmen mit dem ehemaligen Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft. Wien 1937.

1936 84,5 % der Gesamterzeugung auf Wasserkraftanlagen und nur 15,5 % auf Wärmekraftwerke. Im Vergleich mit dem Jahre 1935 hat die Stromerzeugung der Wasserkraftwerke im Jahre 1936 um 139,1 Mill kWh zugenommen. Die Erzeugung der Wärmekraftwerke ist hingegen um 61,4 Mill kWh gefallen (Zahlentafel 1).

Einen ansehnlichen, zunehmenden Stromverbrauch zeigen auch die Bahnen, deren Verbrauch von 220,5 auf 228,0 Mill kWh gestiegen ist. Die Stromausfuhr, die in den vergangenen Jahren in stetem Anstieg begriffen war — 1926: 30 Mill kWh, 1932: 256,8 Mill kWh, 1934: 314,4 Mill kWh —, zeigt 1936 zum erstenmal ein Absinken. Sie

Zahlentafel 1. Stromerzeugung der Großkraftwerke*).

	Zahl			Erzeugung aus				Gesamterzeugung			Prozentualer Anteil der Wasserkraft		
	1934	1935	1936	Wasserkraft	Wärmekraft	Mill kWh	1936	1934	1935	1936	1934	1935	1936
Unternehmungen mit Stromlief. nur an Dritte	63	65	65	1340,9	1405,1	1484,4	152,8	1493,7	1579,3	1596,3	89,8	89,0	93,0
Eigenversorgung und Lieferung an Dritte	45	48	50	261,9	291,9	322,0	140,7	402,6	462,0	497,0	65,1	63,2	64,8
Eigenversorgung	73	69	68	218,3	202,3	223,9	105,5	323,9	316,6	334,1	67,4	63,9	67,0
Bahnen	3	3	3	116,1	119,0	127,1	0,1	116,2	119,1	127,2	92,9	99,9	99,9
insgesamt	184	185	186	1937,3	2018,3	2157,4	399,1	2336,4	2476,9	2554,6	81,9	81,5	84,5

*) Quelle: „Statistik der österreichischen Unternehmungen mit Wasser- und Wärmekraftanlagen von mindestens 500 kW Nennleistung und zugehörige Übertragungseinrichtungen nach dem Stand Ende 1936 (1935, 1934)“, verfaßt und herausgegeben vom ehemaligen Bundesministerium für Handel und Verkehr im Einvernehmen mit dem ehemaligen Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft.

Werden auch die Energiemengen der kleineren, von der Statistik nicht erfaßten Unternehmungen mitberücksichtigt, so ergibt dies — auf den Kopf der Bevölkerung gerechnet — eine jährliche Energieerzeugung von rd. 400 kWh. Während in den letzten Jahren bis zu 1935 die Stromerzeugung in den westlichen Bezirken schneller zunahm als in den östlichen, wo in einigen Gebieten, so besonders in Wien, der Strombedarf sogar zurückging, ist im Jahre 1936 eine entgegengesetzte Entwicklung eingetreten. In den östlichen Bezirken ist die Stromnachfrage infolge gesteigerter industrieller Tätigkeit lebhafter geworden. Damit im Zusammenhang ist auch der Strombedarf Wiens im Steigen.

Entsprechend der Zunahme der Elektrizitätswirtschaft hat sich auch das Verteilungsnetz ausgedehnt. Die Länge der Hochspannungsleitungen ist von 17 450,6 (1935) auf 17 661,3 km gestiegen. Rund ein Fünftel dieser Leitungslängen sind in Kabeln verlegt. An Niederspannungsleitun-

gen ist von 1935 auf 1936 von 347,04 auf 340,63 Mill kWh zurückgegangen. Die großen Wasserkraftwerke exportieren beinahe die gesamten Überschüsse.

Was die Stromerzeugung der Elektrizitätswerke mit einer Jahresleistung von 1 Mill kWh und darüber anlangt, so darf festgestellt werden (Zahlentafel 2), daß die Stromerzeugung der Elektrizitätswerke mit einer Jahresleistung von über 1 Mill kWh.

kWh	kWh
1928 1 091 728 123	1933 1 066 888 935
1929 1 153 260 932	1934 1 105 519 073
1930 1 166 390 387	1935 1 162 856 522
1931 1 116 785 543	1936 1 167 629 622
1932 1 079 415 807	1937 1. Halbj. 637 683 971

Angaben des Österreichischen Instituts für Konjunkturforschung.

das Jahresergebnis von 1936 höher ist als das des bisher besten Jahres 1930. Die Monatszahlen des Jahres 1937 sind die höchsten, die bisher verzeichnet wurden. Dr. Nn.

621. 312. 003. I (439) Die elektrische Industrie Ungarns im Jahre 1936¹⁾. Die allgemeinen wirtschaftlichen Verhältnisse Ungarns haben sich im Berichtsjahr weiter gebessert. Dies wurde nicht nur durch die Besserung der Weltwirtschaftslage verursacht, sondern auch durch die gute Ernte des Jahres 1935, sowie die ansteigenden Agrarpreise und auch durch die zielbewußte Devisenpolitik der Ungarischen Nationalbank. Der Wert der gesamten industriellen Erzeugung ist von 1600 Mill RM²⁾ (1935) auf 1850 Mill RM gestiegen. Die Beschäftigung der elektrotechnischen Industrie ist bedeutend gestiegen. Die einheimische Beschaffung von Rohstoffen und Halbfabrikaten hat sich weiter entwickelt und die Versorgung mit ausländischen Rohstoffen konnte — infolge der gebesserten Devisenlage — anstandslos gesichert werden. Die Starkstromindustrie litt auch im Berichtsjahr am beinahe vollkommenen Mangel der staatlichen und kommunalen Bestellungen, von denen die wichtigste die Bestellung von zwei weiteren Umformerlokomotiven für die Bahnstrecke Budapest—Hegyeshalom war. Die Starkstromindustrie war in der Hauptsache mit der Herstellung von Turbogeneratoren, Transformatoren, Einrichtungen der Papier- und Textilindustrie, der Eisen- und Stahlwerke (große und kleinere Antriebsmotoren, Leonardgruppen, Schaltanlagen usw.) beschäftigt. Trotz weiter wachsenden Schwierigkeiten des Außenhandels, haben sich die Ergebnisse gebessert. Der Ausfuhrwert war 1,8 Mill RM gegenüber 1,62 im Jahre 1935, die Einfuhr betrug 2,22 (2,09) Mill RM.

Die Inlandbeschäftigung der Schwachstromindustrie hat sich zufriedenstellend entwickelt. In das Berichtsjahr fällt der Anfang der marktfähigen Herstellung der neuesten entwickelten Kryptonlampe. Die Außenhandelsergebnisse haben sich — infolge des weiteren Rückganges der Ausfuhr von Empfängergeräten — etwas verschlechtert (Zahlentafel 1).

Zahlentafel 1. Ein- und Ausfuhr der Elektroindustrie Ungarns in Mill RM.

	1935		1936	
	Einfuhr	Ausfuhr	Einfuhr	Ausfuhr
Glühlampen	0,155	7,65	0,088	8,45
Empfängerrohre	0,051	10,45	0,025	6,03
Senderrohre	0,046	0,009	0,038	0,007
Rundfunkgeräte	0,235	2,56	0,425	2,72

E. W.

¹⁾ Vgl. ETZ 58 (1937) S. 411.

²⁾ 1 RM = 1,38 Pengö.

STATISTISCHE MITTEILUNGEN

(Mitgeteilt von der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.)

Österreichs Elektroaußenhandel 1937. — In den Zahlentafeln 1 bis 4 ist der Elektroaußenhandel 1937 im Vergleich zu den beiden Vorjahren dargestellt. Die Einfuhr (Zahlentafel 1 u. 2) betrug 1937 10,3 Mill RM und ist damit gegenüber 1936 um 16%, gegenüber 1935 um 19% gestiegen. Die Ausfuhr (Zahlentafel 3 u. 4) betrug 1937 22,8 Mill RM und liegt damit 29% über 1936 und 45% über 1935. Hauptträger der günstigen Ausfuhrentwicklung waren die Gruppen Maschinen und Kabel und Draht, deren Anteil an der Gesamtausfuhr von 1935 22% auf 1937 32% gestiegen ist. Ebenso ist

Zahlentafel 1. Österreichs Elektroimport 1935 bis 1937 nach Warengruppen.

Warengruppen	1935			1936			1937 ²⁾			Anteil an der Gesamt-El.-Einfuhr		
	1000RM	1000RM	1000RM	1000RM	1000RM	1000RM	1000RM	1000RM	1000RM	1935	1936	1937
Dynamomaschinen, Elektromotoren, Transformatoren usw.	2056	1976	2483	23,8	22,2	24,2	23,8	22,2	24,2	23,8	22,2	24,2
Kabel und isolierte Drähte, Meß-, Zahl- u. Registrier- vorrichtungen	122	132	115	1,4	1,5	1,1	1,4	1,5	1,1	1,4	1,5	1,1
Telegraphie und Telephonie mit Draht	563	527	594	6,5	5,9	5,8	6,5	5,9	5,8	6,5	5,9	5,8
drahtlose Telegraphie und Telephonie	297	321	380	3,5	3,6	3,7	3,5	3,6	3,7	3,5	3,6	3,7
Radiohörern	289	414	325	3,3	4,7	3,2	3,3	4,7	3,2	3,3	4,7	3,2
Läute- u. Signalapparate	209	178	248	2,4	2,0	2,4	2,4	2,0	2,4	2,4	2,0	2,4
Glühlampen	134	185	179	1,6	2,1	1,7	1,6	2,1	1,7	1,6	2,1	1,7
Koch- und Heizgeräte	434	474	583	5,0	5,3	5,7	5,0	5,3	5,7	5,0	5,3	5,7
Elektromedizin, Röntgen- apparate und -rohre	119	154	201	1,4	1,7	2,0	1,4	1,7	2,0	1,4	1,7	2,0
Kohle für die Elektrotechnik	254	355	315	3,0	4,0	3,1	3,0	4,0	3,1	3,0	4,0	3,1
Formteile, nicht ausgerüstet	740	773	908	8,6	8,7	8,8	8,6	8,7	8,8	8,6	8,7	8,8
sonstige Waren	506	365	507	5,9	4,2	4,9	5,9	4,2	4,9	5,9	4,2	4,9
insgesamt	2900	3017	3423	33,6	34,1	33,4	33,6	34,1	33,4	33,6	34,1	33,4

Zahlentafel 2. Österreichs Elektroimport 1935 bis 1937 aus Ländern.

Herkunftsländer ¹⁾	1935			1936			1937 ²⁾			Anteil an der Gesamt- Elektroimport		
	1000RM	1000RM	1000RM	1000RM	1000RM	1000RM	1000RM	1000RM	1000RM	1935	1936	1937
Deutschland	5823	6398	7212	67,5	72,1	70,3	67,5	72,1	70,3	67,5	72,1	70,3
Schweiz	642	542	619	7,5	6,1	6,0	7,5	6,1	6,0	7,5	6,1	6,0
Ungarn	438	442	669	5,1	5,0	6,5	5,1	5,0	6,5	5,1	5,0	6,5
Niederlande	388	355	423	4,5	4,0	4,1	4,5	4,0	4,1	4,5	4,0	4,1
Tschechoslowakei	259	263	283	3,0	3,0	2,8	3,0	3,0	2,8	3,0	3,0	2,8
V. S. Amerika	252	258	341	2,9	2,9	3,3	2,9	2,9	3,3	2,9	2,9	3,3
Schweden	390	155	260	4,5	1,8	2,5	4,5	1,8	2,5	4,5	1,8	2,5
Großbritannien	123	138	191	1,4	1,6	1,9	1,4	1,6	1,9	1,4	1,6	1,9
übrige Länder	308	320	263	3,6	3,5	2,6	3,6	3,5	2,6	3,6	3,5	2,6
insgesamt	8623	8871	10261	100	100	100	100	100	100	100	100	100

¹⁾ Geordnet nach der Größe der Einfuhr 1936.

²⁾ Vorläufige Zahlen.

Zahlentafel 3. Österreichs Elektroexport 1935 bis 1937 nach Warengruppen.

Warengruppen	1935			1936			1937			Anteil an der Gesamt-El.-Ausfuhr		
	1000RM	1000RM	1000RM	1000RM	1000RM	1000RM	1000RM	1000RM	1000RM	1935	1936	1937
Dynamomaschinen, Elektromotoren, Transformatoren usw.	2954	3026	4068	18,8	20,6	21,8	18,8	20,6	21,8	18,8	20,6	21,8
Kabel und isolierte Drähte, Meß-, Zahl- u. Registrier- vorrichtungen	443	1157	2288	2,8	6,6	10,1	2,8	6,6	10,1	2,8	6,6	10,1
Telegraphie und Telephonie mit Draht	704	780	700	4,5	4,4	3,1	4,5	4,4	3,1	4,5	4,4	3,1
drahtlose Telegraphie und Telephonie	585	833	984	3,8	4,7	4,3	3,8	4,7	4,3	3,8	4,7	4,3
Radiohörern	4331	4989	6569	27,6	28,3	28,9	27,6	28,3	28,9	27,6	28,3	28,9
Läute- u. Signalapparate	975	991	1246	6,2	5,7	3,5	6,2	5,7	3,5	6,2	5,7	3,5
Glühlampen	2472	2318	2338	15,7	13,2	10,3	15,7	13,2	10,3	15,7	13,2	10,3
Koch- und Heizgeräte	293	227	284	1,9	1,3	1,2	1,9	1,3	1,2	1,9	1,3	1,2
Elektromedizin, Röntgen- apparate und -rohre	276	211	225	1,7	1,2	1,0	1,7	1,2	1,0	1,7	1,2	1,0
sonstige Waren	2673	2471	3154	17,0	14,0	13,8	17,0	14,0	13,8	17,0	14,0	13,8
insgesamt	15706	17603	22756	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Zahlentafel 4. Österreichs Elektroexport 1935 bis 1937 nach Ländern.

Absatzländer ¹⁾	1935			1936			1937 ²⁾			Anteil an der Gesamt- Elektroexport		
	1000RM	1000RM	1000RM	1000RM	1000RM	1000RM	1000RM	1000RM	1000RM	1935	1936	1937
Rumänien	1870	3294	3783	11,9	18,7	16,6	11,9	18,7	16,6	11,9	18,7	16,6
Deutschland	1790	1828	1870	11,4	10,4	8,3	11,4	10,4	8,3	11,4	10,4	8,3
Frankreich	1319	1403	1678	8,4	8,0	7,4	8,4	8,0	7,4	8,4	8,0	7,4
Polen-Danzig	1244	1352	1425	7,9	7,7	6,3	7,9	7,7	6,3	7,9	7,7	6,3
Jugoslawien	1352	1347	1574	8,6	7,6	6,9	8,6	7,6	6,9	8,6	7,6	6,9
Tschechoslowakei	906	1198	1439	5,8	6,8	6,3	5,8	6,8	6,3	5,8	6,8	6,3
Italien	592	660	734	3,8	3,8	3,2	3,8	3,8	3,2	3,8	3,8	3,2
Niederlande	759	634	564	4,9	3,6	2,5	4,9	3,6	2,5	4,9	3,6	2,5
Großbritannien	604	597	942	3,9	3,4	4,1	3,9	3,4	4,1	3,9	3,4	4,1
Schweiz	778	517	703	4,9	2,9	3,1	4,9	2,9	3,1	4,9	2,9	3,1
Ungarn	459	439	777	2,9	2,5	3,4	2,9	2,5	3,4	2,9	2,5	3,4
Bulgarien	564	402	283	3,6	2,3	1,2	3,6	2,3	1,2	3,6	2,3	1,2
Belgien-Luxemburg	371	378	498	2,4	2,2	2,2	2,4	2,2	2,2	2,4	2,2	2,2
Schweden	196	373	709	1,3	2,1	3,1	1,3	2,1	3,1	1,3	2,1	3,1
Griechenland	318	319	387	2,0	1,8	1,7	2,0	1,8	1,7	2,0	1,8	1,7
UdSSR	8	249	1194	0,0	1,4	5,3	0,0	1,4	5,3	0,0	1,4	5,3
Norwegen	225	216	244	1,4	1,2	1,1	1,4	1,2	1,1	1,4	1,2	1,1
Türkei	346	205	276	2,2	1,2	1,2	2,2	1,2	1,2	2,2	1,2	1,2
Finnland	48	124	570	0,3	0,7	2,5	0,3	0,7	2,5	0,3	0,7	2,5
Litauen	73	116	71	0,5	0,7	0,3	0,5	0,7	0,3	0,5	0,7	0,3
sonst. europ. Länder	313	221	385	2,0	1,2	1,7	2,0	1,2	1,7	2,0	1,2	1,7
zusammen Europa	14135	15872	20106	90,1	90,2	88,4	90,1	90,2	88,4	90,1	90,2	88,4
Südafrikan. Union	419	494	375	2,7	2,8	1,6	2,7	2,8	1,6	2,7	2,8	1,6
Argentinien	131	310	1062	0,8	1,8	4,7	0,8	1,8	4,7	0,8	1,8	4,7
Brit.-Indien	121	165	268	0,8	0,9	1,2	0,8	0,9	1,2	0,8	0,9	1,2
Palästina	190	112	106	1,2	0,6	0,4	1,2	0,6	0,4	1,2	0,6	0,4
Ägypten	145	105	105	0,9	0,6	0,4	0,9	0,6	0,4	0,9	0,6	0,4
sonst. überseeische Länder	565	545	839	3,5	3,1	3,7	3,5	3,1	3,7	3,5	3,1	3,7
insgesamt	15706	17603	22756	100	100	100	100	100	100	100	100	100

¹⁾ Innerhalb von Europa und Übersee nach der Größe der Einfuhr 1936 geordnet.

²⁾ Vorläufige Zahlen.

in der Gruppe drahtlose Telegraphie und Telephonie eine über den Gesamtdurchschnitt hinausgehende Ausfuhrsteigerung eingetreten, derzufolge der Anteil dieser Gruppe am Gesamt sich von 1935 27,6% auf 1937 28,9% erhöhte. Die Elektroausfuhr Österreichs wurde zu fast 90% in Europa abgesetzt, Hauptabsatzgebiete waren 1937 Rumänien, Deutschland, Frankreich, Jugoslawien, Polen, Tschechoslowakei, die zusammen über die Hälfte der Ausfuhr aufnahmen.

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernsprecher: 30 06 31. — Postcheckkonto: Berlin 213 12.

Amerika-Studienfahrt für VDE-Mitglieder.

Das Interesse an der Amerika-Studienfahrt, die der VDE zusammen mit dem Norddeutschen Lloyd vom 20. April bis 17. Mai für seine Mitglieder veranstaltet, ist äußerst rege. Wir raten daher allen Mitgliedern, die noch an der sorgfältig vorbereiteten und vielversprechenden Studienreise teilnehmen wollen, sich möglichst umgehend bei uns oder direkt beim Norddeutschen Lloyd anzumelden, damit noch für eine günstige Unterbringung auf dem Schiff gesorgt werden kann. Ein ausführlicher Prospekt mit dem Programm und allen wissenswerten Angaben lag dem Heft 5 der ETZ vom 3. Februar 1938 bei. Bei Bedarf kann der Prospekt auch bei der Geschäftsstelle des VDE oder beim Norddeutschen Lloyd angefordert werden.

Neu erschienene Normblätter für Elektrotechnik.

Die nachstehend aufgeführten Normblätter sind neu erschienen und können vom Beuth-Vertrieb G.m.b.H., Berlin SW 19, Dresdner Str. 97, bezogen werden.

- DIN VDE 1205 U Trockenelemente ZKT, Füllelemente ZKF 1,5 V (1. Ausgabe Februar 1938)
 DIN VDE 1206 Galvanische Elemente, Naßelemente ZKN 1,5 V (2. Ausgabe Februar 1938)
 DIN VDE 8007 U Kappenisolatoren Reihe K mit gekitteter Klöppelbefestigung (1. Ausgabe September 1937)
 DIN VDE 8009 U Vollkernisolatoren Reihe VK mit bleiloser Kappenbefestigung (1. Ausgabe September 1937)
 DIN 279 Lieferbedingungen und Prüfungsvorschriften für Kabelschutzhauben aus Ton für Schwachstromkabel (1. Ausgabe September 1937)
 DIN 388 Bl. 1 und 2 Handräder aus Preßstoff (2. Ausgabe Januar 1938)
 DIN 1341 Wärmeübertragung (1. Ausgabe Dezember 1937)
 DIN 1350 Zeichen für Festigkeitsberechnungen. Formelzeichen — Mathematische Zeichen — Maßeinheiten — Zeichen für Formstahl, Stabstahl und Bleche (5. Ausgabe Dezember 1937)
 DIN 1712 Bl. 1 Reinaluminium H, Hüttenaluminium in Blöcken und Barren (2. Ausgabe Dezember 1937)
 DIN 1712 Bl. 2 Reinaluminium U (umgeschmolzen) in Blöcken und Barren (2. Ausgabe Dezember 1937)
 DIN 1712 Bl. 3 Reinaluminium im Halbzeug (2. Ausgabe Dezember 1937)
 DIN 1713 Aluminiumlegierungen, Einteilung (2. Ausgabe September 1937)
 DIN 1913 Schweißdraht für Lichtbogen- und Gasschweißung von Stahl. Technische Lieferbedingungen (2. Ausgabe November 1937)
 DIN 4850 Korrosion. Richtlinien für die Durchführung und Auswertung von Korrosionsversuchen an Metallen (1. Ausgabe Oktober 1937)
 DIN 4851 Korrosion. Maßeinheit für Gewichts- und Dickenabnahme bei Metallen (1. Ausgabe Oktober 1937)
 DIN DVM-Prüfv. A 115 Vornorm Kerbschlagversuch mit der DVM- und ISA-Probe (1. Ausgabe September 1937)
 DIN DVM-Prüfv. A 117 Vornorm Dauerstandfestigkeit von Stahl bei hohen Temperaturen (1. Ausgabe September 1937)
 DIN DVM-Prüfv. A 118 Vornorm Durchführung von Dauerstandversuchen mit Stahl bei hohen Temperaturen (1. Ausgabe September 1937)
 DIN DVM-Prüfv. A 120 Vornorm Werkstoffprüfung, Mechanische Prüfung von Schweißverbindungen, Zugversuch (1. Ausgabe September 1937)
 DIN DVM-Prüfv. A 121 Vornorm Werkstoffprüfung, Mechanische Prüfung von Schweißverbindungen, Biegeversuch (Biegeversuch)

DIN DVM 1212 Prüfung von Drähten, Verwindeversuch (1. Ausgabe August 1937)

- HgN 132 41 Bleche aus Aluminium-Legierung, Tafeln (DIN L 23 gekürzt und mit Zusätzen) (1. Ausgabe Juli 1937)
 HgN 132 42 Bleche aus Aluminium-Legierung, Bänder (DIN L 25 gekürzt und mit Zusätzen) (1. Ausgabe Juli 1937)
 HgN 135 33 Rohre aus Aluminium- und Magnesium-Legierung (DIN L 24 gekürzt und mit Zusätzen) (1. Ausgabe Juli 1937)
 HgN 250 20 Steckdose, dreipolig für Fahrzeuge (1. Ausgabe Juli 1937)
 HgN 250 21 Stecker und Steckerkabel, dreipolig für Fahrzeuge (1. Ausgabe Juli 1937)
 HgN 265 21 Dreipolige Steckdose und Stecker, Beschaltung (1. Ausgabe Juli 1937)
 HgN 299 11 Sammler, Batterien, Elemente; Kennzeichnung (1. Ausgabe Juli 1937)

DIN HNA BVE 2 Richtlinien für die Peil- und Funkentstörung von Handelsschiffen (1. Ausgabe Dezember 1937)

DIN Kr 2320 Kraftradbatterien in Blockkasten, Nennspannung 6 V (3. Ausgabe Dezember 1937)

Bekanntmachung.

Ausschuß für Sicherungswesen.

Am 1. Oktober 1937 ist VDE 0641 „Leitsätze für Leitungsschutzschalter bis 15 A 380 V“ in Kraft getreten. Diese Schalter wurden bisher als I.S.-Schalter bezeichnet und waren in VDE 0640 „Leitsätze für Installations-Selbstschalter“ behandelt. Die Bestimmungen für I.S.-Schalter bis 15 A sind mit der Herausgabe von VDE 0641 außer Kraft getreten. Die Bestimmungen von VDE 0640 galten bisher nur noch, soweit sie sich auf Sockel-I.S.-Schalter für 20 und 25 A beziehen.

Der Ausschuß für Sicherungswesen hat die Herausgabe neuer Bestimmungen für LS-Schalter 20 und 25 A in Angriff genommen. Der Vorsitzende des VDE hat daher die Außerkraftsetzung von VDE 0640 mit dem auf diese Veröffentlichung folgenden Tage genehmigt.

Verband Deutscher Elektrotechniker

Der Geschäftsführer:

Blendermann

Bekanntmachung.

Ausschuß für Installationsmaterial.

Bei der Aufstellung des Entwurfes zu VDE 0605 „Vorschriften für Installationsrohre für elektrische Anlagen“ (siehe ETZ 58 (1937) H. 51, S. 1381) hat sich die Notwendigkeit ergeben, die bestehenden Normblätter für Isolierrohre zu überarbeiten und neue Normblätter aufzustellen. Die Entwürfe zu den Normblättern DIN VDE 9000, 9021 und 9025 bis 9028 waren in ETZ 59 (1938) H. 3, S. 75 veröffentlicht. Nachstehend werden die Entwürfe zu

DIN VDE 9010 Stahlrohr mit Auskleidung (Stahlpanzerrohr) mit Gewinde und

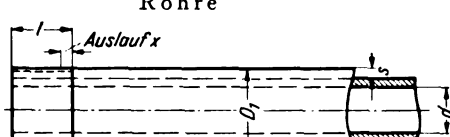
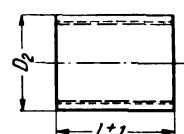
DIN VDE 9020 Stahlrohr ohne Auskleidung mit Gewinde bekanntgegeben. Einsprüche sind bis zum 30. April 1938 der Geschäftsstelle einzureichen.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

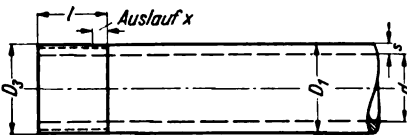
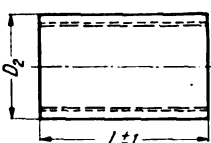
Der Geschäftsführer:

Blendermann

Anwendung des noch nicht endgültigen Entwurfs auf eigene Gefahr.
621. 315. 67 Februar 1938

Installationsrohr							DIN		
Stahlrohr mit Auskleidung							Entwurf		
mit Gewinde (Stahlpanzerrohr)							VDE 9010		
Elektrotechnik									
Maße in mm									
Rohre									
Gewinde an beiden Rohrenden									
Bezeichnung eines Stahlrohres mit Gewinde Pg 16 und Innendurchmesser $d = 16$ mm mit einer aufgesetzten Muffe: Stahlrohr 16 VDE 9010									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rohr- be- zeich- nung	Innendurch- messer der Auskleidung d		Äußerer Rohr- durchmesser		Stahlmantel		Gewinde		
	Nenn- maß	zul. Abw.	D_1	zul. Abw.	Wand- dicke	zul. Abw.	Bezeich- nung	Länge l	Aus- lauf x
9	9	+ 0,5	15,2	+ 0,05	1,25		Pg 9	15	2
11	11		18,6	- 0,2	1,3		Pg 11	17	
13,5	13,5		20,4		1,3	$\pm 0,15$	Pg 13,5	17	
16	16		22,5	+ 0,05	1,35		Pg 16	20	
21	21	+ 1	28,3	- 0,25	1,5		Pg 21	23	3
29	29		37	+ 0,1	1,7	+ 0,2	Pg 29	25	
36	36		47	- 0,3	2		Pg 36	30	
42	42		54	+ 0,15	2,25	$\pm 0,25$	Pg 42	33	
48	48		59,3	+ 0,20	2,5		Pg 48	35	
				- 0,35					
Übliche Lieferlänge ≈ 3 m									
Muffen									
									
Bezeichnung einer Muffe mit Gewinde Pg 16: Muffe 16 VDE 9010									
11	12	13	14						
Muffen- bezeichnung	Außendurchmesser D_2 Kleinstmaß	Länge l zul. Abw. ± 1	Gewinde						
9	17	26	Pg 9						
11	20,5	30	Pg 11						
13,5	23	30	Pg 13,5						
16	25	36	Pg 16						
21	31	40	Pg 21						
29	41	44	Pg 29						
36	51	54	Pg 36						
42	59	60	Pg 42						
48	65	64	Pg 48						
Werkstoff: Rohr und Muffe: Flußstahl gewalzt, Auskleidung des Rohres: Papier getränkt Ausführung: geschweißt oder nahtlos gezogen, außen rostgeschützt Stahlpanzerrohr-Gewinde nach DIN VDE 430. Lehren für Stahlpanzerrohr-Gewinde nach DIN VDE 431. Ausführung und Prüfung nach VDE 0605 „Vorschriften für Installationsrohre für elektrische Anlagen“. Verlegung siehe DIN VDE Zuordnung der Leitungen zu den Rohrweiten siehe DIN VDE 9048 und 9049									
Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.									

Anwendung des noch nicht endgültigen Entwurfs auf eigene Gefahr.
621. 315. 67 Februar 1938

Installationsrohr							DIN		
Stahlrohr ohne Auskleidung							Entwurf		
mit Gewinde							VDE 9020		
Elektrotechnik									
Maße in mm									
Rohre									
Gewinde an beiden Rohrenden									
Bezeichnung eines Stahlrohres mit Gewinde Pg 11 und Innendurchmesser $d = 16$ mm mit einer aufgesetzten Muffe: Stahlrohr 11/16 VDE 9020									
1	2	3	4	5	6	7	9	9	10
Rohr- bezeich- nung	Außen- durchmesser D_1		Innen- durch- messer d	Wanddicke s		Gewinde D_2			Muffe
	Nenn- maß	zul. Abw.		Nenn- maß	zul. Abw.	Be- zeich- nung	Länge l	Aus- lauf x	
7/10	12,5		10	1,25		Pg 7	13		7
9/12,7	15,2	+ 0,05	12,7	1,25		Pg 9	15		9
11/16	18,6	- 0,2	16	1,3	$\pm 0,15$	Pg 11	17	2	11
13,5/17,8	20,4		17,8	1,3		Pg 13,5	17		13,5
16/19,8	22,5	+ 0,05	19,8	1,35		Pg 16	20		16
21/25,3	28,3	- 0,25	25,3	1,5		Pg 21	23		21
29/33,6	37	+ 0,1	33,6	1,7	$\pm 0,2$	Pg 29	25		29
36/43	47	- 0,3	43	2		Pg 36	30	3	36
42/49,5	54	+ 0,15 - 0,35	49,5	2,25	$\pm 0,25$	Pg 42	33		42
48/54,3	59,3	+ 0,20 - 0,35	54,3	2,5		Pg 48	35		48
Übliche Lieferlänge ≈ 3 m									
Muffen									
									
Bezeichnung einer Muffe mit Gewinde Pg 16: Muffe 16 VDE 9010									
11	12	13	14						
Muffen- bezeichnung	Außendurchmesser D_2 Kleinstmaß	Länge l zul. Abw. ± 1	Gewinde						
7	14,3	22	Pg 7						
9	17	26	Pg 9						
11	20,5	30	Pg 11						
13,5	23	30	Pg 13,5						
16	25	36	Pg 16						
21	31	40	Pg 21						
29	41	44	Pg 29						
36	51	54	Pg 36						
42	59	60	Pg 42						
48	65	64	Pg 48						
Werkstoff: Rohr und Muffe: Flußstahl gewalzt Ausführung: geschweißt oder nahtlos gezogen, innen und außen rostgeschützt Stahlpanzerrohr-Gewinde nach DIN VDE 430. Lehren für Stahlpanzerrohr-Gewinde nach DIN VDE 431. Ausführung und Prüfung nach VDE 0605 „Vorschriften für Installationsrohre für elektrische Anlagen“. Verlegung siehe DIN VDE Zuordnungen der Leitungen zu den Rohrweiten siehe DIN VDE 9048 und 9049									
Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.									

40. Mitgliederversammlung des VDE in Köln/Rhein vom 22. bis 25. Mai 1938.

Diesem Heft liegt die Einladung nebst Anmeldeformular zu unserer diesjährigen Mitgliederversammlung in Köln bei.

Aus den VDE-Bezirken.

Bezirk Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein E. V.
(Gegründet 1879)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 IV, VDE-Haus.
Fernsprecher: 34 88 85. — Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Bezirks- und Fachversammlungen fallen bis Ostern aus!

Da jeder deutsche Ingenieur sich und seine Arbeit in diesen Tagen in den Dienst des großen Appells an das deutsche Volk zu stellen hat, fallen bis Ostern sämtliche Bezirks- und Fachversammlungen in Bezirk Berlin-Brandenburg aus.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Die nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um 18⁰⁰ im Jungingenieurzimmer des VDE-Hauses, Charlottenburg, Bismarckstraße 33, statt. Die Teilnahme ist frei. VDE-Mitgliedschaft ist nicht Bedingung.

Hochfrequenztechnik. Leiter: Dr.-Ing. A. Allerding VDE.
31. 3. 1938 „Magnetfeld-Röhren“, Vortragender: Dipl.-Ing. F. W. Gundlach VDE.

Hochspannungstechnik. Leiter: Dr.-Ing. G. Hameister VDE.
1. 4. 1938 „Kunstharz-Preßstoffe in der Hochspannungstechnik und deren Prüfung“, Vortragender: Dr.-Ing. H. W. Meyer-Oldenburg VDE.

Installationstechnik. Leiter: Dipl.-Ing. R. Schamberger VDE.
5. 4. 1938 „Die Bedeutung der Schutzmaßnahmen in Niederspannungsanlagen für die Unfallverhütung“, Vortragender: Dr.-Ing. F. Wöhr.

Meßtechnik. Leiter: Dr.-Ing. H. Boekels VDE.
6. 4. 1938 „Kontakt-Instrumente“, Vortragender: Ingenieur K. Wenzel.

Allgemeine Elektrotechnik. Leiter: Dr.-Ing. V. Aigner VDE.
7. 4. 1938 Vortragsreihe: Relais in der Starkstromtechnik. 6. Abend: „Die gebräuchlichsten Systeme für die Distanzmessung“, Vortragender: Ingenieur H. Gutmann.

Elektrizitätswerke. Leiter: Oberingenieur Dipl.-Ing. B. J. v. d. Knesebeck VDE.
8. 4. 1938 Vortragsreihe: Berechnung und Bau eines modernen Dampfkraftwerkes. 8. Abend: „Einrichtungen zur Überwachung und Regelung“, Vortragender: Oberingenieur Dipl.-Ing. H. Rabe.

Preis Ausschreiben.

Das Kuratorium der „Zusatz-Stiftung zu Zeitler's Studienhaus-Stiftung Berlin“, dem auch ein Vertreter des VDE Bezirk Berlin-Brandenburg angehört, hat in seiner Sitzung vom 3. Februar 1938 folgende Preisaufgaben gestellt:

1. Es soll die Frage experimentell bearbeitet werden, wie aus armen natürlichen oder technischen Rohphosphaten Phosphorsäure zu gewinnen ist.

Erläuterung: Durch den Verlust Lothringens und der Kolonien ist Deutschland in der Hauptsache auf die Einfuhr der für die Düngung notwendigen Phosphate angewiesen. Die Preis Aufgabe soll Arbeiten anregen, die aus deutschen Rohstoffen Phosphorsäure wirtschaftlich zu gewinnen erlauben.

2. Physikalisches Verhalten von Heimstoffen für den Leitungsbau.

Erläuterung: Der Vierjahresplan erfordert im Leitungsbau den Ersatz devisengebundener Werkstoffe durch Heimstoffe, die die chemische Synthese in den letzten Jahren geschaffen hat. Die physikalischen Eigenschaften dieser Werkstoffe sind in den Grundzügen bekannt. Darüber hinaus will der Konstrukteur wissen, wie sich die neuen Werkstoffe bei den in der Praxis auftretenden Beanspruchungen verhalten und welche Prüfverfahren ihm hierüber Aufschluß geben können. Es ist ferner zu untersuchen, welche Mindestforderungen mit Rücksicht auf die physikalische Eigenart an die neuen Stoffe gestellt

werden müssen, um durch ihre Verwendung die Lebensdauer der Kabel oder Leitungen nicht herabzusetzen.

Die Aufgabe ist so zu verstehen, daß der Bearbeiter sich auf ein bestimmtes Gebiet (Kabel oder Freileitungen) beschränken kann.

3. Das Verhalten von Molekülen mit frei drehbaren Gruppen im Hochfrequenzfeld.

Erläuterung: Die Debyesche Theorie, welche bei Flüssigkeiten mit Dipolmolekülen die Abhängigkeit des Brechungsindex von der Frequenz und das Auftreten einer selektiven Absorption für elektrische Schwingungen von einigen Zentimeter Wellenlänge auf die Reibung der Moleküle an der Umgebung zurückführt, hat schon an vielen Flüssigkeiten durch Messung Bestätigung erfahren. Neuerdings haben in der Physikalischen Zeitschrift Keutner und Potapenko und D'Or und Henrion Entsprechendes bei Molekülen mit frei drehbaren polaren Atomgruppen festgestellt. Die Preis Aufgabe wünscht neue Versuche über diesen Gegenstand und deren quantitative Deutung.

4. Es soll eine klinisch-statistische Untersuchung über die Wandlungen der Rauschgiftkrankungen vom Kriegsende bis heute angestellt werden.

5. Die Förderung der Anwendungen von Kühleinrichtungen in Wohnungen.

Erläuterung: Eine wichtige Aufgabe ist die Schaffung einfacher und billiger, dabei aber gut wirksamer Kühleinrichtungen für die Frischhaltung von Lebensmitteln im Haushalt. Es ist beabsichtigt, die Einführung verschiedener heute schon vorhandener Hilfsmittel und Möglichkeiten durch Aufklärung mittels eines Merkblattes für die Ausstattung von Wohnungen, insbesondere von Neubauten mit wirkungsvollen Kühleinrichtungen zu fördern. Zur Vorbereitung dieser Maßnahmen sollen Vorschläge gemacht werden, in denen die heute schon verfügbaren einfachen Kühleinrichtungen einschließlich der Kleinst-Kältemaschine in Wort und Bild behandelt werden, wobei die besonderen Bedürfnisse des städtischen Haushalts im mehrgeschossigen Mietshaus, die Bedürfnisse des kleinen Eigenheimes, des Kleinsiedlerhauses und des Kleinbauernhauses besonders zu berücksichtigen sind. Besonderer Wert wird auf Vorschläge für neue, einfache und billige Einbaumöglichkeiten in Kleinküchen gelegt, z. B. Weiterentwicklung der heute bereits allgemein angewandten Speiseschränke mit Luftöffnungen. Der Arbeit sind genaue Angaben über Werkstoffbedarf, Herstellung und Einbaukosten sowie evtl. Betriebskosten und ferner Anordnungsskizzen (Aufstellung innerhalb des Küchengrundrisses) beizufügen.

Die Stiftung beruht auf einem Vermächtnis des im Jahre 1910 verstorbenen Rentiers Karl Ludwig Zeitler.

Als teilnahmeberechtigt sind zu dem Wettbewerb nur deutsche Volksgenossen zugelassen. Die Lösungen sind unter einem Kennwort (unter Beifügung der Anschrift des Einsenders in einem verschlossenen Briefumschlag) in deutscher Sprache an das Kuratorium der Zusatz-Stiftung zu Zeitler's Studienhaus-Stiftung, Berlin O 27, Schicklerstr. 5, einzureichen, und zwar zu den Aufgaben 1 bis 4 bis spätestens 31. August 1939 und zur Aufgabe 5 bis spätestens 31. Juli 1938.

Als Preis für die besten Lösungen werden für jede Aufgabe 1500,— RM ausgesetzt. Teilung des Preises bleibt vorbehalten!

VDE Bezirk Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein E. V.

Der Geschäftsführer:
Burghoff

Sitzungskalender.

VDE, Bezirk Niedersachsen, Hannover (gemeinsam mit NSBDT und VDI). 5. 4. (Di), 20⁰⁰, T. H.: „Stand und Entwicklung des deutschen Kraftwerkbaues“. Dir. Dr.-Ing. H. Schult VDE.

VDE, Bezirk Ostpreußen, Königsberg (gemeinsam mit VDI). 4. 4. (Mo), 20⁰⁰, Phys. Inst.: „Der heutige Stand der Fernsehübertragungstechnik“. Dr.-Ing. F. Ring.

VDE, Bezirk Thüringen, Erfurt. 8. 4. (Fr), 20¹⁵ Münchener Bürgerbräu: „Hochspannungskabeltechnik“. Dr.-Ing. Brauns VDE.

VERSCHIEDENES.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

M. Wien †.

Am 24. 2. 1938 starb Geh. Hofrat Prof. Dr. Max Wien im 72. Lebensjahre. In ihm verliert die deutsche Physik einen ihrer hervorragendsten Vertreter, dessen Arbeiten als kennzeichnende Züge aufweisen: vorbildliche Gründlichkeit, Zuverlässigkeit und auch Vollständigkeit. Seine lauterer Charaktereigenschaften, das Zurückstellen der eigenen Person hinter die Sache, die unbestechliche Sachlichkeit und seine überlegene Ruhe erwarben ihm nicht nur als Forscher, sondern auch als Mensch Verehrung, Ansehen und Vertrauen.

Die Lebensarbeit von Max Wien kann fast als Beweis für das Wort: „Die Physik von heute ist die Technik von morgen“ angesehen werden. Wie vielfältig die physikalischen Untersuchungen Wiens zu technischer Anwendung geführt haben, ist aus Anlaß seines 70. Geburtstages hier¹⁾ eingehend gewürdigt worden. Das Handwerkszeug der jungen Generation Elektrotechniker ist von ihm in sorgfältigen Arbeiten in den Dezennien um die Jahrhundertwende geschaffen worden. Es sei heute nur durch einige Stichworte gekennzeichnet: Wechselstrombrücke, Selbstinduktionsnormalen, Vibrationsgalvanometer, gekoppelte Schwingungen, Löschfunktensender, Hochfrequenzwiderstände, starke Elektrolyte. Seine Arbeiten hierüber, insbesondere über die Theorie der gekoppelten Schwingungskreise, gehören heute zu den klassischen Arbeiten der angewandten Physik.

Sein Lebensweg führte von Königsberg (geb. 25. 12. 1866) und dem geliebten Ostpreußen, dem er Zeit seines Lebens immer eng verbunden blieb, zunächst nach Berlin, wo Helmholtz und Kundt seine Lehrer waren und wo er, erst 22jährig, 1888 mit einer heute wieder sehr modern anmutenden Arbeit: „Über die Messung der Tonstärke“ promovierte. 1892 wurde er Assistent bei Röntgen und erlebte in Würzburg die Entdeckung der Röntgenstrahlen. 1898 ging er zunächst als Dozent an die Technische Hochschule Aachen und übernahm 1904 als ordentlicher Professor das Physikalische Institut der neugegründeten Danziger Hochschule. Über zwei Jahrzehnte, von 1911 bis zu seiner Emeritierung 1935, war Wien Direktor des Physikalischen Instituts der Universität Jena. In diese Zeit fällt auch seine für das deutsche Heeresfunkwesen während des Krieges wichtige und wertvolle Tätigkeit als Leiter der wissenschaftlichen Abteilung der „Verkehrstechnischen Prüfungskommission“ und der „Technischen Abteilung für Funkgeräte (Tafunk)“.

Wir, die wir auf seine Arbeiten aufbauend weiterarbeiten an der Entwicklung der deutschen Elektrotechnik, können sein Andenken dadurch am besten ehren, daß wir uns bemühen, ihm an Sachlichkeit und Sorgfältigkeit der Arbeit an der Sache um ihrer selbst willen unermüdlich nachzueifern.

E. Lücke.

H. Sequenz. — Herr Prof. Dr. techn. Dr.-Ing. Heinrich Sequenz, Wien, wurde vom Präsidium des Elektrotechnischen Vereins in Wien mit der Schriftleitung der Zeitschrift „Elektrotechnik und Maschinenbau“ beauftragt.

BRIEFE AN DIE ETZ.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Wissenschaftlichen Leitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Bemerkungen zu dem Bericht

„Ein neues amerikanisches Vorschaltkraftwerk“, ETZ 59 (1938) H. 3, S. 71.

621. 311–81 (7)

In den obengenannten Bericht lautet der erste Satz: „Im Jahre 1903 wurde in Chicago das erste Turbinen-Kraftwerk der Welt gebaut“. — Das ist ein Irrtum, denn ich selbst habe schon in den Jahren 1898 bis 1902 die folgenden Turbinen-Kraftwerke in Holland gebaut und in Betrieb genommen: E. W. „Westland“, E. W. „Bloemendaal“, E. W. „Kennermerland“, E. W.

¹⁾ ETZ 58 (1937) S. 167.

„Veenkolonien“ und E. W. „Almelo“. Wenn dieselben auch kleiner waren als das Chicagoer Werk, so waren es doch reine Dampfturbinenwerke ohne jede andere Antriebsmaschine, bei denen schon im ersten Ausbau die großen Vorteile des Turbinen-kraftwerkes voll ausgewertet wurden. Zu gleicher Zeit entstanden aber auch verschiedene derartige Werke in Schweden. — Darin waren wir also den Amerikanern unbedingt über. Zudem zeigten zwei der Werke noch etwas für damalige Zeiten durchaus Neues. Das Gleichstromwerk „Bloemendaal“ war über einen amerikanischen Einanker-Umformer mit dem 7000 V-Drehstromwerk „Kennermerland“ gekuppelt, um alle Vorteile einer Verbundwirtschaft auszunutzen, und um im Sommer gemeinsam den großen Bedarf des Badeortes Zandvoort decken zu können. Ein Teil der obigen Werke, in denen wie vor 38 Jahren nur Dampfturbinen laufen, bildet heute den Grundstock der ganz vorzüglichen holländischen Stromversorgung.

Kassel, 21. 1. 1938.

Ad. Rittershausen.

Stellungnahme zur Zuschrift des Herrn Ad. Rittershausen.

Der Verfasser des Berichtes über das neue amerikanische Vorschaltkraftwerk teilte uns mit, daß er den beanstandeten Satz aus der Originalarbeit in der amerikanischen Zeitschrift Power Plant (Engineering), Chicago, übernommen und seinerseits gegen die Ausführungen des Herrn Rittershausen nichts einzuwenden habe. Die amerikanische Originalarbeit ist am Schluß des Berichts als Quelle angegeben.

Wissenschaftliche Leitung der ETZ.

EINGÄNGE.

Doktordissertationen.

Wolfgang Hornke, Über die Gewinnung von Elektrokorund. T. H. Berlin 1935. Verlag: Chem. Labor. f. Tonindustrie u. Tonindustrie-Ztg. Prof. Dr. H. Seger & E. Cramer KG., Berlin NW 21.

Jon Ionescu, Ist unter den heutigen Verhältnissen die Anlage und Unterhaltung von elektrischen Linien für Starkstrom- und Fernmeldeanlagen aus Holzmasten technisch und wirtschaftlich noch empfehlenswert? In welcher Beziehung lassen sich günstige Erfolge erzielen? T. H. Berlin 1935.

Wolf Mehner, Gasausscheidung als Ursache des Filtereffektes. T. H. Karlsruhe 1936. Verlag Chemie, G. m. b. H. Berlin W 35.

Veranstaltungen anderer Vereine.

Verein deutscher Ingenieure, Berlin. 7. 4. (Do). 9⁰⁰, Ingenieurhaus: Wissenschaftliche Tagung des Fach-ausschusses für Staubtechnik mit 8 Vorträgen. Kostenlose Eintrittskarten sind bei der Geschäftsstelle: Hermann-Göring-Straße 27, erhältlich.

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:

Dipl.-Ing. G. Appel, Berlin-Siemensstadt, Im Eichengrund 28.
Ing. E. Bleser, Berlin-Spandau, Stadtparksidlung, Straße 646, Nr. 260.
Ing. W. Herden, Berlin-Hermsdorf, Parkstr. 1a.
J. Niehoid, Berlin-Charlottenburg 9, Insterburgallee 26.
Dipl.-Ing. R. Rübsaat VDE, Berlin-Charlottenburg, Tegeler Weg 106.

Abschluß des Heftes: 25. März 1938.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE

Zuschriften sind nicht an eine persönliche Anschrift zu richten, sondern nur an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und nur mit Genehmigung des Verfassers und der Wissenschaftlichen Leitung der ETZ gestattet.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Herausgegeben vom Verband Deutscher Elektrotechniker E.V.

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

59. Jahrgang

Berlin, 7. April 1938

Heft 14

Männer der deutschen Technik!

Der Führer hat die deutschen Ingenieure, Baumeister und Chemiker vor Aufgaben von gewaltiger Größe und kühnsten Ausmaßen gestellt! Einen Teil dieser Aufgaben hat die deutsche Technik in den ersten fünf Aufbaujahren verwirklicht. Den größeren Teil hat sie in naher und weiter Zukunft und erst recht im Wiederaufbau des größeren Deutschlands zu leisten.

Die Arbeit des deutschen Technikers ist erst im Dritten Reich als tragender Grundpfeiler für die Sicherung sowohl der Wehrfreiheit als auch der Wirtschaftsfreiheit erkannt und anerkannt worden. Mit dem Einsatz für die größeren Ziele wurde die Technik auch von allen Fesseln kapitalistischen Mißbrauches befreit. Großzügiger und weitschauender als jemals kann heute jeder in der Technik Schaffende seine Aufgaben anpacken.

Die Lösung der sozialen Frage sieht der Nationalsozialismus in erster Linie als eine Aufgabe der Produktion. Damit hat der Ingenieur an der Lösung des sozialen Problems entscheidend mitzuwirken. Auch aus der Einengung einer übertriebenen Spezialisierung hat der Nationalsozialismus den deutschen Techniker frei gemacht. Er hat das Leben, den Menschen selbst wieder zum Maß aller Dinge gemacht und damit seine totale Auffassung vor die Forderung der fachlichen Spezialisierung gestellt. Erst dadurch ist der richtige Einsatz der Technik für das Volksganze gewährleistet.

Männer der deutschen Technik! Uns allen hat der Führer Lebensaufgaben und Schaffensfreude gegeben. Wir alle treten zum 10. April an und sehen unsere Pflicht nicht nur darin, unsere eigene Stimme als bedingungslose Zustimmung abzugeben, sondern uns auch in unserem unmittelbaren Wirkungskreis dafür einzusetzen, daß jeder einzelne unserer Arbeitskameraden freudig sein „Ja“ dem Führer gibt.

Heil unserm Führer!

Generalinspektor für das deutsche Straßenwesen
Leiter des Hauptamtes für Technik und
Reichswalter des NS-Bundes Deutscher Technik

Männer der Technik!

Am 10. April ruft uns der Führer zur Wahlurne. Wir werden uns wieder geschlossen zu ihm und zu seiner Politik bekennen, — und dieses Mal noch freudiger denn je, fordert er doch unser Ja-Wort zu einer Tat, die seit Jahrhunderten Wunsch und Sehnsucht des ganzen Deutschen Volkes war.

Aber wir wollen ihm unsere Treue nicht nur bezeugen, weil er das Land seiner Jugend heim ins Reich führte und durch die Eingliederung der herrlichen Ostmark das Großdeutsche Vaterland schuf, sondern wollen ihm durch unsere Zustimmung auch für seine Führung in den fünf Jahren danken, in denen er Deutschland zu ungeahnter Größe hinaufgeführt und damit nicht nur Europa, sondern die ganze Welt vor dem bolschewistischen Chaos gerettet hat.

Wehrlos, gedemütigt, verachtet und verspottet war Deutschland, als Adolf Hitler am 30. Januar 1933 die Macht übernahm. Arbeitslosigkeit und Verzweiflung schienen das Schicksal des Deutschen Volkes zu sein, nackter Individualismus und Gewinnstreben waren die Ideale, denen die Mehrheit lebte, und welche die von Interessentengruppen abhängigen parlamentarischen Regierungen aufs Papier geschrieben hatten.

Damals drohte auch der höhere Sinn der Technik verloren zu gehen; statt einer Betreuung des Menschen und der Ausweitung seiner Möglichkeiten diente die mißverständene Technik nur den eigensüchtigen Interessen einiger weniger Geldmensen. Welchen Wandel haben hier der Nationalsozialismus Adolf Hitlers und seine nationalsozialistische Wirtschaftsführung geschaffen!

Der Führer beseitigte die materielle Not, gab dem Volk seine Freiheit und seine Ehre wieder, richtete des Volkes Denken und Streben auf das Gute und Schöne aus, führte es zur Freude als der Spenderin der Kraft. Und mit der Ehre, die er dem Deutschen Volke durch den Austritt Deutschlands aus dem Völkerbund, durch die Wiederherstellung der Wehrhoheit und durch die Wiederbesetzung der entmilitarisierten Rheinlandzone zurückgab, hob sich das Selbstbewußtsein jedes Einzelnen aus dem Volk.

Des Führers Sorge und Mühen gilt allen Deutschen in der Welt. Wenn wir ihm folgen, dann helfen wir nicht nur uns, sondern auch den Deutschen im Ausland, denn das Reich wird unter Adolf Hitler immer darüber wachen, daß den Deutschen in der Welt ihres Deutschtums wegen kein Leid geschieht.

Im Bewußtsein tiefster Dankesschuld für ihn und seine Arbeit in den letzten 5 Jahren werden wir nun am 10. April zur Wahlurne gehen und dem Führer unsere Stimme dafür geben, daß er unsere Brüder und Schwestern in Österreich heim in sein Reich holte.

Großdeutschland und Adolf Hitler sei die Losung; unsere dankbare Tat sei das Ja!

Ohnesorge
Reichsminister

Leiter der Fachgruppe Elektrotechnik, Gas und Wasser
im NS-Bund Deutscher Technik

Die deutsche Elektrizitätswirtschaft in den letzten sechs Jahren (1932 bis 1937).

621. 311. 003. I (43)

Übersicht. Zunächst wird auf das stetige Ansteigen der Stromerzeugung im Deutschen Reiche bis zum Jahre 1929 und auf den mit 1930 einsetzenden Rückgang hingewiesen. Sodann wird in einer Zahlen- und in einer Kurventafel der schnelle Wiederanstieg der Stromerzeugung seit 1933 gezeigt, des weiteren werden die in früheren Arbeiten [ETZ 59 (1938) H. 7, S. 179] begonnenen Besprechungen der Untersuchungen des Statistischen Reichsamts fortgesetzt.

Bis zum Jahre 1929, dem Höhepunkt der „Scheinblüte“ der Weltwirtschaft, war die Stromerzeugung im Deutschen Reiche, seitdem wir überhaupt eine öffentliche Elektrizitätsversorgung besitzen (1884), ständig gestiegen, und zwar sowohl die der öffentlichen Werke wie die der Eigenanlagen.

Die 1929 einsetzende allgemeine Wirtschaftskrisis blieb infolge des starken Rückganges der industriellen Beschäftigung, des Verkehrs und des gesamten Handels und Wandels auch auf die Elektrizitätswirtschaft nicht ohne Einfluß. Das Jahr 1930 wies zum ersten Male einen Rückgang der Stromerzeugung auf, der bis zur Machtübernahme, also bis in das Jahr 1933 hinein, anhielt. Dann aber trat unter der neuen nationalsozialistischen Regierung ein schneller Umschwung ein. Die planmäßige Arbeitsbeschaffung, die Aufrüstung und die auf dem steigenden Vertrauen begründete Besserung der allgemeinen Wirtschaftslage wirkten sich auch günstig auf den Stromverbrauch aus, wie aus der Zahlentafel 1 und der Abb. 1 hervorgeht.

Zahlentafel 1. Die Stromerzeugung im Deutschen Reich 1932 bis 1937 nach Eigenanlagen und öffentlichen Werken. In Mill kWh.

Stromerzeugung	1932	1933	1934	1935	1936	1937
Eigenanlagen . . .	10 037	11 108	13 296	16 440	18 823	23 000
Öffentliche Werke . .	13 427	14 546	17 431	20 257	23 664	30 000
insgesamt	23 464	25 654	30 727	36 697	42 487	53 000

Betrachten wir die Untersuchungen des Statistischen Reichsamts näher, so erhalten wir über Einzelheiten folgendes Bild:

Die Zahlentafel 2 ist nach den Angaben des Statistischen Reichsamts nach Provinzen und Ländern geordnet, Zahlentafel 3 nach Wirtschaftsgebieten, wobei die vor 1932 liegenden Jahre nach der neuen Gruppenein-

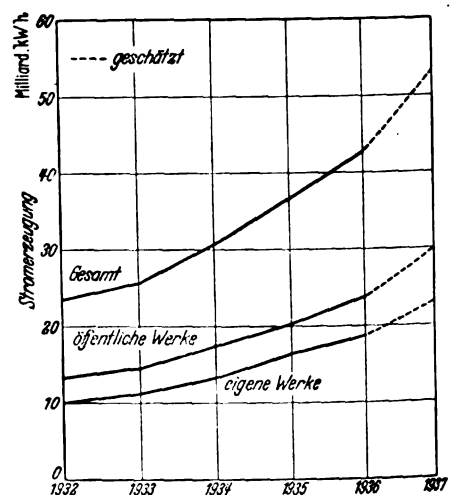


Abb. 1. Stromerzeugung der öffentlichen und eigenen Werke 1932 bis 1937.

teilung des Reichsamts rekonstruiert sind. Nur für das Jahr 1926 war dies für die Wirtschaftsgruppen II und IV aus den bereits angegebenen Gründen nicht möglich. Die gesamte Stromerzeugung wird unterteilt nach öffentlichen Werken und Eigenanlagen, und ebenso wird die gesamte Leistungsfähigkeit nach diesen beiden Gesichtspunkten

Zahlentafel 2. Ziffernmäßiger und prozentualer Anteil der öffentlichen Werke und der Eigenanlagen an der Stromerzeugung und Leistungsfähigkeit.
 Nach Provinzen und Ländern geordnet für die Jahre 1926, 1929, 1933 und 1936.
 Strom in Mill kWh — Leistung in 1000 kW.

Landestell bzw. Land	1926						1929						1933						1936					
	Stromerzeugung			Installierte Leistung			Stromerzeugung			Installierte Leistung			Stromerzeugung			Installierte Leistung			Stromerzeugung			Installierte Leistung		
	Ins- gesamt	Öffent- liche Werke	Eigen- anlagen	Ins- gesamt	Öffent- liche Werke	Eigen- anlagen	Ins- gesamt	Öffent- liche Werke	Eigen- anlagen	Ins- gesamt	Öffent- liche Werke	Eigen- anlagen	Ins- gesamt	Öffent- liche Werke	Eigen- anlagen	Ins- gesamt	Öffent- liche Werke	Eigen- anlagen	Ins- gesamt	Öffent- liche Werke	Eigen- anlagen	Ins- gesamt	Öffent- liche Werke	Eigen- anlagen
Ostpreußen und Grenzmark	219 100	114 52	105 48	112 100	72 64	40 36	282 100	164 58	118 42	141 100	97 69	44 31	302 100	185 61	117 39	139 100	96 71	43 29	415 100	265 64	150 36	146 100	114 69	52 31
Pommern	356 100	195 55	161 45	162 100	111 69	51 31	450 100	247 55	203 45	199 100	141 71	58 31	378 100	207 45	171 45	212 100	149 70	63 30	466 100	228 49	238 51	224 100	146 65	78 35
Niederschlesien	1 187 100	680 59	498 41	581 100	349 60	232 40	866 100	534 62	332 38	421 100	280 62	161 38	768 100	422 53	346 45	470 100	284 60	186 44	1 145 100	645 56	500 44	521 100	291 66	230 44
Oberschlesien	—	—	—	—	—	—	822 100	315 38	507 62	242 100	88 36	154 64	668 100	257 38	411 62	248 100	91 63	157 41	1 016 100	415 41	601 59	291 100	118 41	173 76
Berlin	1 969 100	1 508 77	461 23	935 100	691 75	244 25	1 340 100	1 283 94	77 6	883 100	830 94	53 6	931 100	868 93	63 7	864 100	805 93	59 7	1 244 100	1 039 89	149 11	1 039 100	963 93	76 7
Brandenburg (ohne Berlin)	—	—	—	—	—	—	1 772 100	1 395 79	377 21	887 100	514 75	173 25	1 386 100	1 073 77	313 23	714 100	538 75	176 25	2 770 100	2 330 84	440 16	835 100	619 74	316 26
Schleswig-Holstein	274 100	189 69	85 31	157 100	111 70	46 30	368 100	265 73	103 27	280 100	173 79	47 21	293 100	239 82	54 18	209 100	167 80	42 20	472 100	342 72	130 28	259 100	193 74	86 26
Hannover	646 100	284 44	362 56	339 100	164 48	175 32	933 100	449 47	484 53	412 100	208 50	204 50	687 100	382 57	305 43	334 100	137 41	197 59	1 102 100	491 42	611 58	427 100	194 46	233 55
Hessen-Nassau	560 100	345 62	215 38	262 100	165 63	97 37	810 100	612 75	198 25	370 100	274 74	96 26	610 100	473 78	137 22	491 100	403 82	38 18	992 100	711 72	281 28	424 100	292 70	132 30
Sachsen (Prov.)	2 847 100	1 197 42	1 650 58	1 010 100	441 44	569 56	4 440 100	1 888 43	2 552 57	1 413 100	716 49	697 49	3 703 100	1 731 47	1 972 53	1 555 100	793 51	762 41	6 520 100	2 989 46	3 531 54	1 880 100	882 47	998 53
Westfalen	2 716 100	613 23	2 103 70	1 196 100	362 30	834 70	3 724 100	988 27	2 736 73	1 423 100	493 35	930 6	3 099 100	943 30	2 156 70	1 614 100	597 37	1 017 63	4 677 100	1 390 30	3 287 70	1 789 100	583 33	1 206 67
Rheinland und Hohenzollern und seit 1935 Saarland	4 465 100	1 881 42	2 584 58	1 851 100	928 49	928 51	6 063 100	3 275 49	3 388 51	2 317 100	1 205 51	1 112 49	5 039 100	2 845 57	2 194 43	2 050 100	1 181 58	869 42	9 105 100	4 582 50	4 523 50	2 724 100	1 428 52	1 296 48
Preußen mit Saarland	15 239 100	7 015 46	8 224 54	6 905 100	3 379 51	3 226 49	22 470 100	11 398 51	11 075 49	8 728 100	4 909 57	3 729 43	17 804 100	9 625 54	8 239 46	8 900 100	5 241 59	3 659 41	30 073 100	15 632 52	14 441 48	10 579 100	5 823 55	4 756 45
Bayern	2 499 100	1 051 42	1 448 58	1 011 100	556 55	452 45	3 091 100	1 508 49	1 583 51	1 133 100	697 62	436 38	2 910 100	1 539 53	1 371 47	1 247 100	798 64	449 36	4 117 100	2 090 51	2 027 49	1 336 100	818 61	518 39
Sachsen (Freistaat)	1 286 100	729 57	557 43	738 100	443 60	295 40	2 127 100	1 421 67	706 33	1 074 100	751 70	323 30	1 973 100	1 396 71	577 29	1 001 100	712 71	289 29	2 853 100	2 091 73	702 27	1 152 100	804 70	348 30
Württemberg	400 100	275 69	125 31	268 100	185 69	83 31	582 100	436 75	146 25	319 100	237 74	82 26	569 100	403 71	166 29	363 100	269 74	94 26	949 100	695 73	254 27	395 100	265 61	130 33
Baden	589 100	446 76	143 24	265 100	193 73	72 27	820 100	638 78	182 22	327 100	249 76	78 24	840 100	475 67	279 33	475 100	376 79	99 21	2 193 100	1 795 82	398 18	656 100	527 80	129 20
Thüringen	217 100	51 23	166 77	160 100	67 42	93 45	269 100	72 27	197 73	182 100	59 36	103 41	226 100	65 71	161 29	197 100	98 50	99 50	449 100	108 24	341 76	263 100	107 41	156 59
Hessen	208 100	93 45	115 55	114 100	69 60	45 40	247 100	145 59	102 41	129 100	76 59	53 41	388 100	276 71	112 29	144 100	91 63	53 37	538 100	345 64	193 36	183 100	119 65	64 33
Braunschweig und seit 1933 Anhalt und Lippe	101 100	35 35	66 65	50 100	25 50	25 50	133 100	55 42	77 58	65 100	32 49	33 51	174 100	55 32	119 68	105 41	62 41	59 59	334 100	71 21	263 79	163 100	52 32	111 68
Mecklenburg-Schwerin und seit 1933 Hbg., Oldbg., Bremen, Lübeck	42 100	29 69	13 31	30 100	23 77	7 23	66 100	46 70	20 30	39 100	29 74	10 26	710 100	626 88	84 12	443 100	388 88	55 12	981 100	837 85	144 15	436 100	366 85	70 15
Übriges Deutschland, Hbg., Oldbg., Anhalt, Bremen, Lübeck, Lippe, M.-Str., Schl.-Lippe	636 100	484 76	152 24	314 100	228 73	86 27	856 100	675 79	181 21	440 100	366 83	74 17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Deutsches Reich	21 217 100	10 208 48	11 009 52	9 555 100	5 171 54	4 384 46	30 660 100	16 391 53	14 269 47	12 416 100	7 495 60	4 921 40	25 654 100	14 546 57	11 108 43	12 875 100	8 016 62	4 859 38	42 487 100	23 664 56	18 823 44	15 183 100	8 681 59	6 282 41

Zahlentafel 3. Ziffernmäßiger und prozentualer Anteil der öffentlichen Werke und der Eigenanlagen an der Stromerzeugung und Leistungsfähigkeit.
Nach Wirtschaftsgebieten geordnet für die Jahre 1926, 1929, 1933 und 1936.
Strom in Mrd kWh, Leistung in 1000 kW.

Wirtschaftsgebiete	1926						1929						1933						1936					
	Stromerzeugung			Install. Leistung			Stromerzeugung			Install. Leistung			Stromerzeugung			Install. Leistung			Stromerzeugung			Install. Leistung		
	Ins-ge-samt	öffent-liche Werke	Eigen-an-lagen	Ins-ge-samt	öffent-liche Werke	Eigen-an-lagen	Ins-ge-samt	öffent-liche Werke	Eigen-an-lagen	Ins-ge-samt	öffent-liche Werke	Eigen-an-lagen	Ins-ge-samt	öffent-liche Werke	Eigen-an-lagen	Ins-ge-samt	öffent-liche Werke	Eigen-an-lagen	Ins-ge-samt	öffent-liche Werke	Eigen-an-lagen	Ins-ge-samt	öffent-liche Werke	Eigen-an-lagen
I. Rheinland, Westfalen und seit 1933 in %	7,18	2,49	4,69	3046	1283	1763	10,38	4,26	6,12	3,738	1697	2041	8,13	3,78	4,35	3,662	1775	1887	13,78	5,97	7,81	4,518	2011	2502
II. Saarland	100	35	65	100	41	59	100	41	59	100	45	55	100	46	54	100	46	54	100	43	57	100	44	56
III. Brandenburg, Prov. u. Land Sachsen	Von der R.-St. sind die Ziffern für Brandenburg und Berlin zusammen aufgeführt						8,34	4,70	3,64	3,178	1983	1195	7,06	4,20	2,86	3,270	2043	1227	12,14	7,41	4,73	3,868	2305	1563
IV. Bayern, Baden, Württemberg	3,49	1,77	1,72	1544	937	607	4,49	2,58	1,91	1,779	1183	506	4,32	2,50	1,82	2,085	1443	642	7,26	4,58	2,68	2,387	1010	777
V. Berlin, Hamburg, Bremen-Lübeck	100	51	49	100	61	39	100	57	43	100	66	34	100	58	42	100	69	31	100	63	37	100	67	33
VI. Schleswig-Holst., Hannover, Hessen, Oldenburg	1,50	0,82	0,68	784	451	333	2,14	1,34	0,80	1,095	666	359	1,80	1,10	0,70	1,057	719	338	2,59	1,56	1,03	1,135	690	445
VII. Ostpr., Pommern, Schles., Grenzmark	1,80	1,03	0,77	834	554	330	2,49	1,31	1,18	1,042	615	427	2,17	1,10	1,07	1,109	648	401	3,09	1,57	1,52	1,253	698	555
VIII. Thüringen, Hessen, Braunschweig, Anhalt und Lippe	0,56	0,21	0,35	348	183	185	0,73	0,28	0,45	894	171	223	0,79	0,40	0,39	447	233	214	1,32	0,52	0,80	609	278	331
Deutsches Reich	14,53	6,32	8,21	6006	3388	3218	30,65	16,39	14,26	12,416	7495	4921	25,65	14,54	11,11	12,875	8016	4859	42,49	23,07	18,82	15,163	8881	6282
	100	44	56	100	51	49	100	53	47	100	60	40	100	57	43	100	62	38	100	56	44	100	59	41

Anmerkung. Da die Neueinteilung nach 7 Wirtschaftsgebieten erst im Jahre 1932 erfolgt ist, so sind die Ziffern für 1926 und 1929 neu aufgestellt und eingeordnet worden, um einen einheitlichen Überblick über die ganze Zeit von 1926 an zu bieten. Nur für die W.-Gruppen II u. IV war eine Eingliederung nicht möglich, weil die R.-Statistik für Brandenburg mit Berlin 1926 nur eine Ziffer angibt und die erst später erfolgte Neueinteilung der W.-Gruppen Brandenburg ohne Berlin mit den beiden Sachsen zur W.-Gr. II vereinigt hat, während Berlin mit den Hansestädten die W.-Gr. IV bildet.

punkten ziffernmäßig und prozentual berechnet und aufgestellt. Das prozentuale Verhältnis ist stets unter den betreffenden Zahlen mit schrägen Ziffern zum Ausdruck gebracht worden. Die Abb. 2 und 3 bringen die Strom-

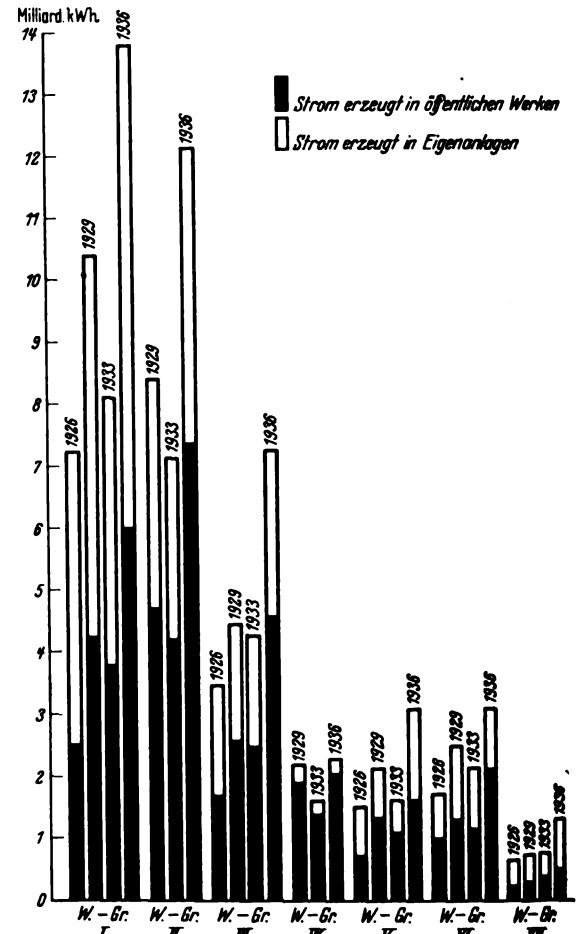


Abb. 2. Erzeugung der einzelnen Wirtschaftsgebiete.

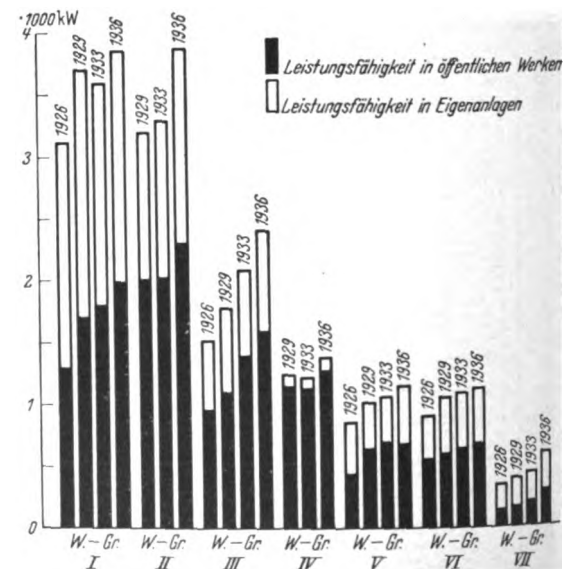


Abb. 3. Leistungsfähigkeit der einzelnen Wirtschaftsgebiete.

erzeugung bzw. die Leistungsfähigkeit der behandelten Wirtschaftsgebiete. Die Stablänge ist ein Maß für die Gesamterzeugung bzw. Gesamtleistung, der dunkle untere Teil derselben ist der Anteil der öffentlichen Werke, der helle obere Teil der Anteil der Eigenanlagen an der Gesamtheit. Aus den Zahlentafeln folgt, daß sowohl Erzeugung als auch Leistung bei den öffentlichen Werken

mehr gestiegen sind als bei den Eigenwerken, und daß die Prozentzahlen der öffentlichen Werke sich zuungunsten der Eigenanlagen gehoben haben; denn diese Werte betragen in %:

	Erzeugung		Leistung	
	öffentl. Werke %	Eigenanlagen %	öffentl. Werke %	Eigenanlagen %
1926 . . .	48	52	54	46
1936 . . .	50	44	59	41

Zusammenfassung.

In der Zeit von 1926 bis 1936 erhöhte sich die Gesamterzeugung von 21,217 auf 42,487 Mrd kWh, also von 100 % auf 200 %
 die Erzeugung der öffentlichen Werke von 10,208 auf 23,664 Mrd kWh, also von 100 % auf 232 %
 die Erzeugung der Eigenanlagen von 11,009 auf 18,823 Mrd kWh, also von 100 % auf 171 %

die Gesamtleistung

von 9,555 auf 15,163 Mill kW, also von 100 % auf 159 %

die Leistung der öffentlichen Werke

von 5,171 auf 8,881 Mill kW, also von 100 % auf 171 %

die Leistung der Eigenanlagen

von 4,384 auf 6,282 Mill kW, also von 100 % auf 143 %.

Seit der nationalsozialistischen Erhebung 1933 bis 1937 ist die Erzeugung der öffentlichen Werke von 14,546 auf 30,0 Mrd kWh, also von 100 % auf 207 %

die Erzeugung der Eigenanlagen

von 11,108 auf 23,0 Mrd kWh, also von 100 % auf 207 %

und die Gesamterzeugung der Eigenanlagen und öffentlichen Werke

von 25,654 auf 53,0 Mrd kWh, also von 100 % auf 207 %

gestiegen.

B. Thierbach.

Stromrichter mit beliebig veränderlichem Leistungsfaktor.

Von Erwin Marx VDE, Braunschweig.

Übersicht. Vom Verfasser werden neue Schaltungen vorgeschlagen, mit denen man in sehr einfacher und wirtschaftlicher Weise Gleichrichter zur Aufnahme von kapazitiver Last und Wechselrichter zur Abgabe von induktiver Last bringen kann. Die hierzu benötigten Zusatzeinrichtungen können zu allen Gleich- und Wechselrichtern leicht hinzugeschaltet werden. Auf die große praktische Bedeutung dieser Schaltungen wird hingewiesen.

Bekanntlich nehmen Gleichrichter um so mehr induktive Last auf, je später sie gezündet werden. Wenn es möglich ist, einen Gleichrichter bei Mehrphasenströmen vor dem Schnittpunkt der Spannungen der beiden einander ablösenden Phasen zu zünden, dann kann der Gleichrichter kapazitive Last aufnehmen. Das Entsprechende gilt vom Wechselrichter. Dieser muß an sich zur Erzielung einer einwandfreien Ablösung der Phasen vor dem Schnittpunkt der Spannungskurven der beiden ablösenden Phasen gezündet werden. Er kann deshalb normalerweise nur kapazitive Last an das zu speisende Wechselstromnetz abgeben, und zwar um so mehr, je früher er gezündet wird. Erreicht man jedoch durch künstliche Mittel, daß der Wechselrichter nach dem Schnittpunkt der beiden Spannungen der in Frage kommenden Phasen gezündet werden kann, dann gibt der Wechselrichter induktive Last ab, er kann dann mit beliebig großer nachteiliger Phasenverschiebung betrieben werden.

Es sind bereits Schaltungen angegeben worden, mit denen die Phasenablösung von Stromrichtern zu Zeiten ermöglicht wird, in denen ein normaler Stromübergang von einer Phase auf die nächste nicht eintritt¹⁾. Diese Schaltungen haben jedoch den Nachteil, daß umfangreiche Hilfseinrichtungen für jede der Stromrichterphasen benötigt werden und daß dadurch der erreichte Vorteil zum Teil wieder aufgehoben wird oder daß sie nur für ganz bestimmte Stromrichterschaltungen brauchbar sind. Die hier vorgeschlagenen Schaltungen unterscheiden sich von den bereits bekannten dadurch, daß sie bei allgemeiner Anwendbarkeit die Spannung des Stromrichters auf der Gleichstromseite beeinflussen und daß dadurch für alle

Phasen nur eine gemeinsame Zusatzeinrichtung erforderlich ist. Ferner haben die Schaltungen den Vorteil, daß die Löschung des brennenden Ventils und die Zündung des darauffolgenden Ventils durch dieselbe Einrichtung und dadurch in annähernd unverändertem Abstand voneinander ermöglicht werden.

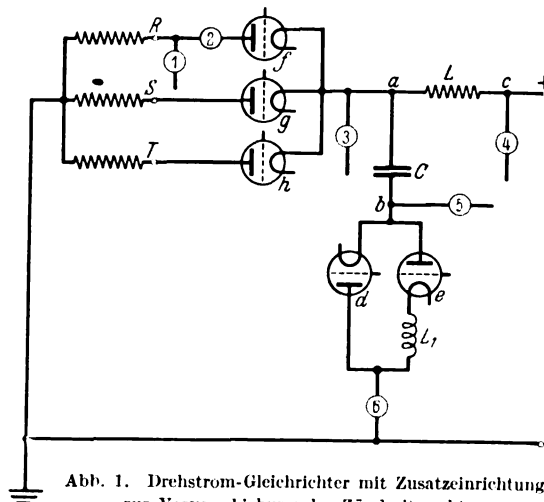


Abb. 1. Drehstrom-Gleichrichter mit Zusatzeinrichtung zur Vorverschiebung des Zündzeitpunktes.

Abb. 1 stellt eine Gleichrichterschaltung dar, die nach den angegebenen Gesichtspunkten arbeitet. An den Drehstromtransformator mit den Phasen R, S und T sind die Ventile f, g und h angeschlossen. Die Kathoden sind über die Drosselspule L mit dem Gleichstromleiter c verbunden. Die Zusatzeinrichtung zur Vorverschiebung des Zündzeitpunktes besteht aus dem Kondensator C, den Ventilen d und e sowie der kleinen Drosselspule L₁. Die Wirkungsweise dieser Schaltung ist die folgende: Zur Löschung eines brennenden Hauptventils (f, g und h) muß das Potential des Punktes a über das der Brennphase hinaus angehoben werden. Das geschieht dadurch, daß der in richtigem Sinne aufgeladene Kondensator

¹⁾ Babat und Kazman, Elektritschestwo 58 (1937) S. 8; ETZ 58 (1937) S. 1400; C. H. Williams, Gen. Electr. Rev. 35 (1932) S. 632; Camil A. Sabba, Amerikan. Patent Nr. 1 948 360.

sator C auf den Punkt a entladen wird. Ist das Hauptventil erloschen, dann wird der Gleichstrom aus dem Kondensator C entnommen und dadurch das Potential von a rasch abgesenkt. Hat a niedrigeres Potential als die Folgephase, dann kann diese den Hauptstrom übernehmen. Der Verlauf der wichtigsten Ströme und Spannungen bei dieser Schaltung ist aus dem Oszillogramm Abb. 2 zu er-

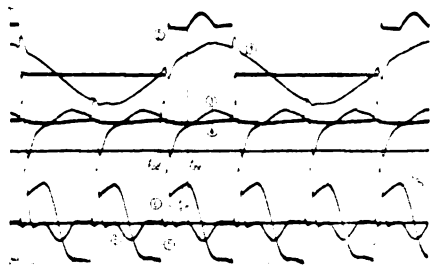


Abb. 2. Spannungs- und Stromkurven in der Gleichrichterschaltung nach Abb. 1 bei Voreilung der positiven Stromwelle vor der zugehörigen Spannungshalbwellen um etwa 25° . Die Zahlen an den Kurven entsprechen denen in Abb. 1.

Die Zündzeitpunkte der Ventile d und e sind mit t_{zd} und t_{ze} eingezeichnet.

sehen, das bei Voreilung der positiven Halbwellen des von dem Gleichrichter aufgenommenen Stromes vor der zugehörigen Wechselspannung hergestellt wurde²⁾. Sämtliche Spannungen wurden gegen Erde aufgenommen. Kurz vor dem Zeitpunkt t_{zd} ist das Potential des Punktes b (Kurve 5) negativ, der zwischen den Punkten a und b liegende Kondensator C ist also aufgeladen. Im Zeitpunkt t_{zd} wird nun das Ventil d geöffnet und dadurch der Punkt b mit Erde verbunden. Da C seine Ladung nicht plötzlich verlieren kann, wird das Potential von a um etwa den gleichen Betrag angehoben wie das von b . Die Kurve 3 in Abb. 2 zeigt bei t_{zd} diesen raschen Anstieg. Das Potential von a wird dadurch über das Potential der zu dieser Zeit gerade arbeitenden Phase T hinaus angehoben, dadurch verlischt das Ventil h . Nun hält die Drosselspule L den Gleichstrom weiter aufrecht; dieser Strom wird aus dem Kondensator C entnommen, und hierdurch wird das Potential von a abgesenkt. Das nächste Hauptventil f , das zweckmäßigerweise zu dieser Zeit bereits durch seine Steuerung freigegeben ist, übernimmt den Strom, wenn das Potential von a niedriger geworden ist als das der Phase R . Die Stromübernahme durch f zieht wieder ein Anheben des Potentials a nach sich, dadurch wird infolge der Kapazität C auch das Potential b angehoben und das Ventil d verlischt. Das Oszillogramm Abb. 2 läßt diese Vorgänge klar erkennen. Kurve 3 zeigt nach dem Anstieg hinter t_{zd} einen steilen Abfall und anschließend wieder einen Anstieg. Kurve 5 steigt bei t_{zd} auf Null an, verbleibt während der Brenndauer von d ungefähr auf Null und steigt dann annähernd gleichlaufend mit Kurve 3 wieder an. Kurve 6 zeigt in diesem Zeitabschnitt den Strom, der durch das Ventil d fließt.

C muß nun erneut aufgeladen werden. Hierzu dient das Ventil e , das mit seiner Anode an b angeschlossen ist. Im Zeitpunkt t_{ze} wird e gezündet. Infolge der Induktivität L_1 geht die Aufladung von C langsam, in einer Schwingung, vor sich. Diese Schwingung bringt, wie Kurve 5 zeigt, das Potential von b weit ins negative Gebiet. e verlischt, wenn b auf dem negativen Höchstwert angekommen ist. Der Strom im Ventil e , der etwa nach einer Sinus-Halbwellen verläuft, ist ebenfalls in Kurve 6 zu sehen; er wird in diesem Falle aus der Phase R des Transformators entnommen. Man sieht in Kurve 2, die ohne Zusatzeinrichtung während der Brenndauer von f geradlinig verlaufen würde, nach dem Zeitpunkt t_{ze} eine Erhöhung, die dem Verlauf der Kurve 6 entspricht. Das Ergebnis der

frühen Löschung und Zündung geht aus den Kurven 1 und 2 der Abb. 2 hervor: Der Strom eilt vor der zugehörigen Spannungshalbwellen, im Versuchsfalle um etwa 25° , voraus.

Der gleiche Vorgang wiederholt sich nun bei der Löschung und Zündung der nächsten Hauptventile. Die beiden Ventile d und e müssen dementsprechend je dreimal während einer Periode der Wechselspannung gezündet werden. Die Strom- und Spannungsbeanspruchungen dieser Ventile und des Kondensators C gehen aus dem Oszillogramm hervor. Die Zusatzeinrichtung in Abb. 1 bewirkt also zusammen mit der Hauptschaltung eine ganze Reihe von Vorgängen: Das Potential von a wird periodisch zur Löschung der Hauptventile angehoben. Der Kondensator C hält den Gleichstrom während des Stromüberganges von einer auf die nächste Phase aufrecht. Das Bestreben der Drossel L , einen konstanten Strom zu führen, senkt das Potential von a rasch ab und ermöglicht dadurch die Zündung des Folgeventils. Die Zusatzeinrichtung arbeitet ohne Wirkwiderstände. Die in den Kondensator C bei seiner Aufladung gelieferte Energie wird zurückgewonnen. An zusätzlichen Verlusten treten nur die geringen Verluste in den Zusatzventilen auf.

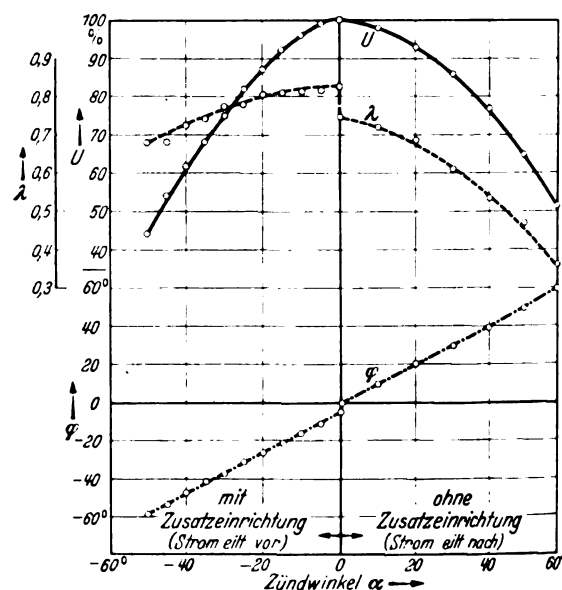


Abb. 3. Spannung U , Leistungsfaktor λ und Phasenverschiebung φ in Abhängigkeit vom Zündwinkel α bei dem Drehstrom-Gleichrichter nach Abb. 1.

Abb. 3 zeigt einige mit der gleichen Schaltung aufgenommene Regelkurven. Der Zündwinkel α der Hauptventile ist vom Phasenschnittpunkt an gerechnet. Die positiven Zündwinkel liegen in dem bereits bekannten Regelbereich, in dem der Gleichrichter als induktive Last wirkt. Der arithmetische Mittelwert U der Gleichspannung und der Leistungsfaktor λ (Verhältnis von Wirkleistung zu Scheinleistung, gemessen auf der Primärseite des Gleichrichtertransformators) werden mit wachsendem positiven Zündwinkel kleiner³⁾. Der ebenfalls in Abb. 3 eingezeichnete Winkel φ ist aus Oszillogrammen gemessen; er kennzeichnet die Nacheilung der positiven Stromhalbwellen gegenüber der zugehörigen Spannungshalbwellen. — Bei negativem Zündwinkel α ist die beschriebene Zusatzeinrichtung eingeschaltet. In den Kurven von λ und von φ tritt bei $\alpha = 0^\circ$ ein Sprung auf, weil der Zündung im Phasenschnittpunkt ein früheres künstliches Löschen der Hauptventile entspricht. λ wird bei Vorverschiebung der Zündung zunächst um etwa 10 % erhöht! Die Spannung U sinkt mit wachsender Vorverschiebung, und die Phasenverschiebung φ wird voreilend, etwa um den gleichen Winkel, um den die Zündung früher verlegt wird.

³⁾ λ ist wegen der geringen Leistung der Versuchsanlage kleiner als bei normalen Gleichrichteranlagen.

²⁾ Die Aufnahme der Oszillogramme und der Kurven erfolgte durch Herrn Dipl.-Ing. Christian Frege, dem ich für seine wertvolle Hilfe dankbar bin.

Zu den Versuchen stand eine Modellanlage kleiner Leistung zur Verfügung. Die Gleichrichterschaltung Abb. 1 und die Wechselrichterschaltung Abb. 4 wurden deshalb gewählt, weil sie sich leicht mit den vorhandenen Mitteln ausführen ließen.

Die außerordentlich große praktische Bedeutung dieses Verfahrens liegt auf der Hand. Man kann überall dort, wo wegen der Netzverhältnisse ein Arbeiten der Stromrichteranlage als kapazitive Last erwünscht ist, mit frühem Zündzeitpunkt arbeiten. Wenn eine Spannungsregelung erforderlich ist, wird man diese viel günstiger als bisher durch Vorverschiebung des Zündzeitpunktes ausführen und dabei den Gleichrichter als Phasenschieber arbeiten lassen. Der Stromrichter kann mit einer solchen Zusatzschaltung auch als rein kapazitive Last arbeiten (Vorverschiebung des Zündzeitpunktes auf etwa -90°). Bei Parallelbetrieb mehrerer Stromrichter kann man bei einem Stromrichter mit früher und bei dem nächsten mit später Zündung arbeiten; die Spannung auf der Gleichstromseite läßt sich dann bei $\cos \varphi \approx 1$ bis auf Null herab regeln! Schließlich läßt sich auch, z. B. durch Einfügen einer weiteren Induktivität in die Zusatzschaltung, der Sperrspannungsverlauf an den zu löschenden Ventilen günstig gestalten und die aus dem Netz entnommenen Stromkurven verbessern.

Die Schaltung nach Abb. 1 ist natürlich nur als Beispiel für eine solche Zusatzschaltung anzusehen. Unter Berücksichtigung der oben angeführten Grundsätze lassen sich für alle möglichen Gleichrichterschaltungen zweckmäßige Hilfseinrichtungen zur Erzielung früher Zündzeitpunkte angeben. Einige Gesichtspunkte hierfür seien genannt. Die Zusatzeinrichtung muß, wenn sie in der aufgezeichneten Weise angeordnet ist, so häufig in einer Periode der Wechselspannung gezündet werden, wie Hauptventile (oder Hauptanoden) vorhanden sind. Bei vielen Phasen kann das zu Schwierigkeiten führen, weil durch die Zusatzeinrichtung eine Verkürzung der Brenndauer der Hauptventile eintritt. Man kann dann die Hauptventile in Gruppen zusammenfassen und jede Gruppe mit einer Zusatzeinrichtung versehen. Jede Gruppe braucht dann im allgemeinen eine besondere Drossel. Allgemein sind bei Schaltungen mit Saugdrosseln Vorverschiebungen des Zündzeitpunktes ebenso möglich. Meist wird die Zusatzschaltung unmittelbar zwischen Transformatorsternpunkt und Gleichspannungsleitung geschaltet werden. Eine Glättungsdrossel kann dann an beliebiger Stelle, außerhalb der Anschlüsse der Zusatzeinrichtung, eingebaut sein.

Die Kapazität C muß so groß sein, daß sie das Potential a bis zum Nullwerden des Stromes in der jeweiligen Brennphase erhöhen kann. Je größer die Streuinduktivität der Transformatorwicklungen ist, um so größer muß C gemacht werden. Wie die Nachrechnung ergibt, benötigt man auch bei großer Leistung der Stromrichteranlage keine unwirtschaftlich hohen Werte von C . Die Zeit, die zum künstlichen Löschen eines Hauptventils erforderlich ist, kann durch Kapazitäten parallel zu den Transformatorwicklungen abgekürzt werden. — Die Schaltung nach Abb. 1 kann beispielsweise dadurch abgeändert werden, daß C an die Erdleitung angeschlossen und die beiden Ventile d und e an den Punkt a gelegt werden. Dadurch werden die Kathoden von insgesamt vier Ventilen an eine gemeinsame Leitung angeschlossen, und es kann dafür ein Quecksilberdampfgefäß mit vier Anoden und einer Kathode benutzt werden⁴⁾. Nur ein Ventil braucht dann ein getrenntes einanodiges Gefäß zu sein. Das Ventil e in Abb. 1 kann auch fortgelassen werden. Die Induktivität L_1 muß dann so bemessen sein, daß die Aufladung von C im richtigen Zeitpunkt beendet ist. Für die Darstellung wurden hier wegen der leichteren Verständlichkeit Schaltungen mit zwei Hilfsventilen gewählt.

Es sei nun noch kurz das Wichtigste über die Anwendung der gleichen Grundsätze bei Wechselrichtern gesagt. Ein Wechselrichter muß spät gezündet werden, wenn er induktive Last an das Netz abgeben soll. Das wird z. B. durch eine Schaltung nach Abb. 4 ermöglicht. Die Stromrichtung ist hier, wegen der gemeinsamen Kathoden, die gleiche wie in Abb. 1, deshalb müssen, um einen Energie-

transport von der Gleichstromleitung in die Wechselstromleitung hinein zu bekommen, die Spannungen die umgekehrte Polarität gegenüber Abb. 1 und 2 besitzen. In der Schaltung Abb. 4 muß zur Löschung eines brennenden Hauptventils das Potential von i positiv gegenüber der betreffenden Phasenspannung des Transformators ge-

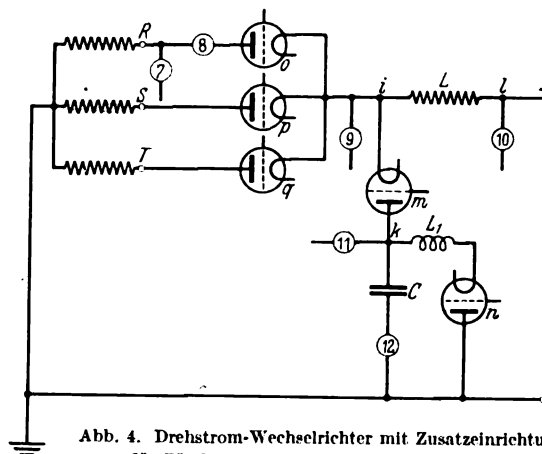


Abb. 4. Drehstrom-Wechselrichter mit Zusatzeinrichtung für Zündung nach dem Phasenschnittpunkt.

macht werden. Um das nächste Hauptventil zu zünden, muß dagegen das Potential von i negativ gegenüber dieser nächsten Phasenspannung sein. Die Zusatzschaltung bewirkt diese Spannungsänderungen an i in ganz entsprechender Weise wie beim Gleichrichter. Das Oszillogramm Abb. 5 zeigt die Spannungs- und Stromvorgänge beim

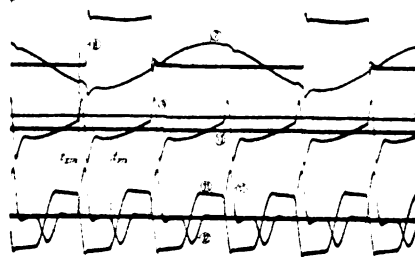


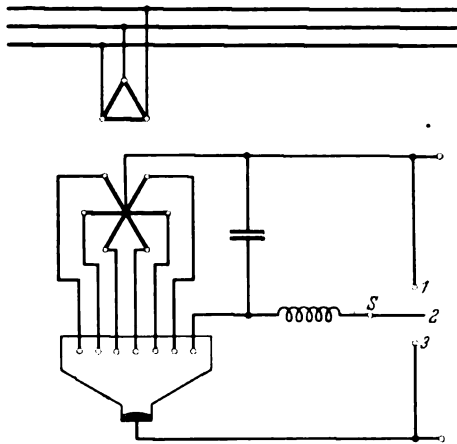
Abb. 5. Spannungs- und Stromkurven in der Wechselrichterschaltung nach Abb. 4 bei Nachhallung der positiven Stromwelle hinter der zugehörigen negativen Spannungswelle um etwa 35° .

Wechselrichterbetrieb. Kurve 7 und 8 stellen den Spannungs- und Stromverlauf der Phase R des Transformators dar. Im Zeitpunkt t_{zm} wird der positiv aufgeladene Kondensator C durch Zündung des Ventils m auf das Leitungstück i geschaltet. Das Potential von i steigt dadurch an (Kurve 9) und löscht das Ventil q aus. Der durch die Drossel L konstant gehaltene Strom lädt nun rasch den Kondensator C negativ auf und senkt das Potential von i ab. Wenn dieses Potential niedriger ist als das der nächsten Phase R des Transformators, kann das Ventil o den Hauptstrom übernehmen, und der Stromübergang von T auf R ist dadurch vollzogen. Kurze Zeit später, im Zeitpunkt t_{zn} , wird das Ventil n gezündet, und der Kondensator C wird dadurch in einer Schwingung von negativer auf positive Spannung umgeladen (Kurve 11). Auch hier müssen also die Ventile m und n dreimal während einer Periode der Wechselspannung gezündet werden. Die Kurve 10 zeigt noch die Spannung der den Wechselrichter speisenden Gleichspannungsquelle und Kurve 12 den Strom im Kondensator C , der sich aus den beiden Ventilströmen (m und n) zusammensetzt.

Die Umladung des Kondensators C kann beim Wechselrichter ebenfalls allein durch die Induktivität L_1 (unter Fortlassung des Ventils n) erfolgen. Die Schwingungsdauer des aus C und L_1 gebildeten Kreises muß dann so groß gewählt werden, daß zwischen Verlöschen und Neuzündung des Ventils m gerade die Umladung von C erfolgt ist.

⁴⁾ Vorschlag von Christian Frege.

Auch für den Wechselrichter besitzt die Zusatzschaltung eine sehr große Bedeutung. Bisher waren Wechselrichter infolge ihrer Unfähigkeit, induktive Last abzugeben, in ihrer Anwendung sehr beschränkt.



Schalter S auf Stellung 1: Wechselrichterbetrieb
 „ S „ „ 2: Gleich- oder Wechselrichterbetrieb ohne Zusatz-
 einrichtung, 7. Anode wird nicht gezündet
 „ S „ „ 3: Gleichrichterbetrieb

Abb. 6. Quecksilberdampf-Gleichrichter mit 7. Anode und Zusatzschaltung für beliebigen Zündzeitpunkt.

Abb. 6 zeigt die Schaltung eines Quecksilberdampf-Gleichrichters mit einer Zusatzanode und einer Zusatzschaltung, die durch Umlegen eines Schalters sowohl für Gleichrichter- wie für Wechselrichterbetrieb brauchbar ist.

Diese Schaltung geht aus Abb. 1 und Abb. 4 durch Fortlassen der Ventile e und n hervor. Die Kapazität C ist an den Sternpunkt des Transformators angeschlossen, und die Ventile d sowie m sind durch eine Zusatzanode ersetzt. Die Drosselspule muß zusammen mit dem Kondensator in der Zusatzschaltung die aus den obigen Ausführungen zu entnehmende Schwingungsdauer besitzen. Man erkennt an dieser Abbildung den außerordentlich einfachen Aufbau der Zusatzschaltung und ihre allgemeine Anwendbarkeit⁵⁾.

Dem Reichsforschungsrat, der Deutschen Forschungsgemeinschaft und der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft spreche ich meinen Dank für die Unterstützung dieser Untersuchungen aus.

Zusammenfassung.

An Hand von Kurven und Oszillogrammen wird die Wirkungsweise von neuen, sehr einfachen Zusatzschaltungen beschrieben, durch die man Stromrichter zur Abgabe von induktiver Blindleistung bringen kann. Es wird gezeigt, daß man mit diesen Schaltungen die oft erheblichen wirtschaftlichen Nachteile vermeiden kann, die durch den ungünstigen Leistungsfaktor von Gleichrichteranlagen entstehen, insbesondere wenn bei diesen die Spannung durch Zündverstellung geregelt wird. Bei Wechselrichtern, die ein induktiv belastetes Netz speisen, muß bekanntlich ohne Zusatzschaltung die gesamte Blindleistung aus einer anderen, zu dem Wechselrichter parallel geschalteten Stromquelle entnommen werden. Wendet man die hier vorgeschlagene künstliche Verschiebung des Zündzeitpunktes an, dann braucht die führende Stromquelle dagegen nur eine sehr geringe Leistung zu haben.

⁵⁾ Eine nähere Untersuchung der Schaltungen, insbesondere der günstigsten Bemessung der Zusatzelemente und der Einschaltvorgänge, wird zur Zeit durch Christian Frege durchgeführt und wird voraussichtlich nach Abschluß im Archiv für Elektrotechnik veröffentlicht werden.

Die selbsttätige Scharfabstimmung.

621. 396. 813

Für die Güte der Wiedergabe durch den Rundfunkempfänger spielt die genaue Abstimmung auf die zu empfangende Sendewelle eine wesentliche Rolle. Mit zunehmender fehlerhafter Einstellung entstehen infolge der verschiedenen Amplituden der sich entsprechenden Seitenbandfrequenzen und durch deren ungleiche Phase zur Trägerschwingung in steigendem Maße Verzerrungen. Mit der größeren Kopfbreite der Trennschärfe-kurven (Bandfilter) wachsen besonders auch bei schwundgeregelten Empfängern die Abstimmungsschwierigkeiten, da die größte Lautstärke als Einstellmaßstab fortfällt und auch die optischen Anzeiger, wie Orthoskop, Glimmröhre, magisches Auge, einen gewissen Spielraum offen lassen. Hochwertige Empfänger werden daher vielfach mit einer selbsttätigen Scharfeinstellung ausgerüstet.

Wie bei den meisten selbsttätigen Regeleinrichtungen im Empfänger lassen sich auch bei der selbsttätigen Scharfeinstellung¹⁾ grundsätzlich zwei Teile unterscheiden, erstens der Teil, in dem die notwendige Regelspannung erzeugt wird (Nachstimmsteuerer oder Kontrollgerät), und zweitens der Teil, der unter der Einwirkung der Regelspannung die Nachstimmung vornimmt (Nachstimmorgan oder Regelgerät).

Wichtig ist die Begrenzung des Regelhubs auf 3 bis 4 kHz.

Für den Nachstimmsteuerer werden zwei Schaltungen angegeben, in beiden wird unter Verwendung zweier Dioden oder einer Duodiode die Regelspannung als Differenz zweier Gleichspannungen gebildet.

Die eine Schaltung ist nur für Überlagerungsempfänger anwendbar und benutzt zur Erzeugung der Einzelspannungen zwei scharfe Abstimmkreise, von denen jeder auf eine von der Zwischenfrequenz um den gleichen Betrag von etwa 2 bis 4 kHz abweichende Frequenz eingestellt ist. Bei richtiger Abstimmung,

d. h. also bei richtiger Lage der Zwischenfrequenz, heben sich die beiden gleichgerichteten Resonanzkreissspannungen auf, bei Abweichung sind sie verschieden groß und ergeben eine Regelspannung nach der einen oder anderen Seite.

Bei der zweiten Schaltung wird ein Bandfilter verwendet, dessen erster Kreis auf der einen Seite geerdet, auf der anderen an die Spulenmitte des zweiten Kreises angeschlossen ist. Der Unterschied der Spannungen am Kondensator des zweiten Kreises gegen Erde ist dann proportional der Verstimmung gegen die Abstimmungsfrequenz und dient als Regelspannung.

Für das Regelgerät ist als vollkommenste Anordnung die selbsttätige Nachstellung aller Abstimmkondensatoren anzusehen. Bei Überlagerungsempfängern, und das sind heute alle größeren Empfänger, beschränkt man sich aber gewöhnlich auf die Nachstellung der Überlagerungsfrequenz und läßt also in den Vorkreisen die Verstimmung bestehen. Als Nachstimmorgan werden Pentoden benutzt, die parallel zum Schwingungskreis des Überlagerers liegen und die, wie kurz abgeleitet wird, je nach der Schaltung in Abhängigkeit von der Gittervorspannung als veränderliche Induktivität oder Kapazität wirken. Der Regelhub endet einerseits durch den Anodenstrom 0 bei entsprechender negativer Vorspannung und andererseits durch den Gitterstromereinsatz bei positiver Vorspannung. Die Schaltung als Induktivität ist wegen der sich zwangsläufig ergebenden Beschränkung des Regelhubs auf 3 bis 6 kHz vorzuziehen.

An Hand von Kurven wird ferner das Zusammenwirken von Nachstimmsteuerer und Nachstimmorganen erläutert und die Wirkungsweise der Regeleinrichtung bei verschiedenen Verhältnissen zwischen Frequenzhub und Bandbreite des Empfängers erörtert.

Im dem Aufsatz von Oltze schließt sich noch ein längerer Abschnitt über die Bemessung der einzelnen Schaltelemente einer selbsttätigen Scharfeinstellung an. *Mbs.*

¹⁾ E. Kettel, Telefunkenröhre (1937) H. 11, S. 213; 17 S., 29 Abb. und H. Oltze, Funktechn. Mh. (1937) H. 12, S. 363; 9 S., 18 Abb.

Die elektrische Bordanlage von Flugzeugen.

Von Heinrich Viehmann VDE, Berlin.

621. 3 : 629. 135

Übersicht. Die in Flugzeugen eingebauten elektrischen Anlagen werden beschrieben. Auf die verwendeten Bordgeräte soll nur insoweit näher eingegangen werden, als ihre Eigenschaften von den bekannten für Bodengeräte abweichen. Eine hervorragende Rolle spielen hierbei die Forderungen nach höchster Sicherheit, geringem Gewicht und Erschütterungsunempfindlichkeit. Die hierfür erforderlichen Sonderbauarten beanspruchen allgemeines Interesse.

1. Allgemeine Anforderungen an elektrische Geräte für Luftfahrzeuge.

Die Ausrüstung der Flugzeuge wird immer umfangreicher und kostspieliger. Die Elektrotechnik hat hierbei, ihrer vielen Vorzüge wegen, besonderen Anteil, der sich mehr und mehr vergrößert. So werden z. B. in einem neuzeitlichen zwei-(vier-)motorigen Flugzeug etwa 200 (330) elektrische Geräte und rd. 1000 (2000) m Leitungen eingebaut, die Leistung der Generatoren hat bereits einige Kilowatt erreicht.

Über die Betriebsbeanspruchungen elektrischer Flugzeugbordgeräte, wie sie in der DVL¹⁾ vom Verfasser ermittelt und zusammengestellt worden sind, hat Herr H. Vollhardt VDE u. a. auf der Mitgliederversammlung 1937 des VDE in Königsberg einen Fachbericht vorgetragen²⁾, in dem auf Ziel und Zweck der Anforderungen bereits näher eingegangen ist. Eine Aufzählung der grundsätzlichen Luftfahrtbedingungen dürfte daher hier genügen:

Betriebshöhe bis 8 km (265 Torr); Lageunempfindlichkeit; sicheres Arbeiten bei Lufttemperaturen von -40° bis $+35^{\circ}$; betriebsmäßige Erwärmung (Übertemperatur) für Teile, die im Betrieb berührt werden müssen 25° , die berührt werden können 35° , die nicht berührt werden können 65° ; Feuerfestigkeit nur soweit, als die Flamme an brennenden Geräteteilen nicht schneller fortschreitet als 100 mm/min; Explosionssicherheit nur für Geräte, die in explosionsgefährdete Tankräume eingebaut werden; Tropfwasserschutz; Niederschlagswasser muß abfließen können; Korrosionsbeständigkeit nicht schlechter als diejenige von Reinaluminium; Splittersicherheit der Baustoffe; Bedienbarkeit auch mit Pelzhandschuhen; Erschütterungsfestigkeit gegen Schwingungen von $\pm 0,5$ mm Amplitude zwischen 0 und 50 Hz; Beschleunigungsfestigkeit gegen siebenfache Erdbeschleunigung; Berührungsschutz; Kriechstrecke bis 40 V Nennspannung nur 1,5 mm, Luftstrecke nur 1 mm; Betriebsgleichspannung 29 V ($+0,5$ V; -7 V); größter Netzkurzschlußstrom 1000 A; Funkstörspannung an den Klemmen bei 1000 Hz kleiner als 30 mV, oberhalb 200 kHz (bzw. unterhalb 1500 m Wellenlänge) kleiner als 1 mV bei Verwendung in abgeschirmten Bordnetzen und kleiner als 30 μ V bei Anschluß an nicht abgeschirmte Leitungen.

Für verschiedene Gerätemuster gibt es hiervon Abweichungen nach oben oder unten, falls sie Sonderbeanspruchungen unterworfen sind; auf diese wird bei den einzelnen Geräten besonders hingewiesen. Im übrigen wird die Einhaltung der VDE-Vorschriften und der Dinormen verlangt.

2. Stromerzeugung.

Die elektrische Energie wird den Verbrauchern als Gleichstrom von 24 V Nennspannung (29 V Betriebsspannung) zugeführt. Gleichstrom wurde gewählt, um einen

Sammler (Akkumulator) auf bequeme Weise zur Stromlieferung bei Stillstand der Verbrennungsmotoren, zur Deckung von Belastungsspitzen und als Notreserve verwenden zu können. Die Festsetzung einer einheitlichen Nennspannung von 24 V ist ein Kompromiß zwischen dem Bedarf der größeren und kleineren Flugzeuge. Eine höhere Nennspannung wäre günstig zur Herabsetzung der bei mehrmotorigen Flugzeugen (durch ihren großen Leistungsbedarf) auftretenden hohen Stromstärken und des damit verbundenen Leitungsgewichtes, ferner zur Verbesserung des Wirkungsgrades der elektrischen Maschinen, deren Stromwenderverluste kleiner würden. Eine niedrige Spannung bringt demgegenüber Vorteile bei den Glühlampen (größere Lichtausbeute, kleinere Einheiten möglich), ferner für die Sammler (kleinere Zellenzahl und damit kleineres Gewicht) sowie hinsichtlich der Lichtbogenbildung bei Schaltvorgängen; die geringere Gefährlichkeit bei Berührung spannungsführender Teile spielt keine große Rolle, da bereits zur Hebung der Betriebssicherheit die gesamte Bordanlage mit Berührungsschutz ausgeführt wird.

In den V. S. Amerika sind in Großflugzeugen Anlagen mit 110 V Wechselstrom von 800 Hz mit Antrieb durch einen besonderen Verbrennungsmotor in Erprobung. (Es werden auch niedrigere Frequenzen bis zu 150 Hz empfohlen.) Wechselstrom hat unter anderem den Vorteil, daß die verschiedenen Sonderspannungen z. B. für die Funkgeräte einfacher als durch Umformer erzeugt werden können. Aus Sicherheitsgründen baut man zwei Maschinensätze ein, von denen jeder auf eine getrennte Netzhälfte arbeitet, da Parallelarbeit zu große Schwierigkeiten bereitet. Bei Ausfall eines Satzes müssen weniger wichtige Verbraucher abgeschaltet und dann beide Netzhälften verbunden werden. Dieser Aufwand scheint nur bei Großflugzeugen lohnend zu sein.

In Deutschland wird Wechselstrom nur für einige Stromverbraucher benutzt, bei denen er besondere Vorteile bringt, wie z. B. für Kreiselantriebe. Von der alleinigen Verwendung von Wechselstrom im Bordnetz wird bis auf weiteres abgesehen, da Wechselstromanlagen in kleineren Flugzeugen einen zu großen Aufwand erfordern würden. Aus Gründen der Einheitlichkeit (der Geräte) ist nämlich die gleichzeitige Verwendung von Gleichstrom in kleineren und Wechselstrom in größeren Flugzeugen nicht tragbar.

Der Antrieb von Generatoren über Luftschrauben durch den Fahrtwind ist vollständig verlassen worden, da er bei den heute erreichten hohen Fluggeschwindigkeiten außerordentlich unwirtschaftlich ist. Die Generatoren werden jetzt über ein Getriebe durch den Verbrennungsmotor unmittelbar angetrieben, dadurch aber leider auch sehr starken Erschütterungen ausgesetzt. Sie müssen daher eine verschärfte Schüttelprüfung mit ± 1 mm Amplitude, 50 Hz, entsprechend einer Beanspruchung mit der zehnfachen Erdbeschleunigung bestehen.

Die Werkstoffausnutzung und die Drehzahl sind zwecks Gewichtersparnis auf das Äußerste getrieben, so daß z. B. ein 1500 W-Generator für 24 V Nennspannung und 4000 bis 6000 U/min (kurzzeitig bis 7000 U/min) nur 11,5 kg wiegt. Aus demselben Grunde sind wesentlich höhere Betriebstemperaturen, als sie der VDE gestattet, zulässig; z. B. für den Stromwender 115° statt 95° , für die Ankerwicklung 110° statt 95° , für die Lager 90° statt 80° . Zugunsten der Gewichtersparnis begnügt man sich mit einem Wirkungsgrad von etwa 70 %. Zur Ab-

¹⁾ Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt, E.V., Berlin-Adlershof.

²⁾ VDE-Fachberichte 9 (1937) S. 238.

führung der hohen Verlustwärme ist Fremdbelüftung (durch einen dem Fahrtwind entnommenen Luftstrom) erforderlich. Die Spannung der Generatoren wird durch einen Tirrill-Schnellregler (mit Schwingkontakten) in einem Drehzahlbereich von 4000 bis 6000 U/min und zwischen Leerlauf und Vollast mit einer Genauigkeit von etwa $\pm 1,5\%$ auf 29,5 V gehalten. Der Generator kann daher in der einfachen Nebenschlußschaltung, also ohne Reihenwicklung und ohne besondere Spannungskennlinie, ausgeführt werden. Da der Antrieb durch den Verbrennungsmotor nicht gleichförmig ist, sondern Drehschwingungen bis $\pm 3^\circ$ bei Frequenzen bis etwa 100 Hz aufweist (die sich der gleichförmigen Drehbewegung überlagern), sind zur Vermeidung von Wellenbrüchen am Generator besondere Schutzmaßnahmen erforderlich. Als solche haben sich elastische Kupplungen bewährt, die aus einem Torsionsstab bestehen und im Innern der hohlen Generatorwelle untergebracht sind.

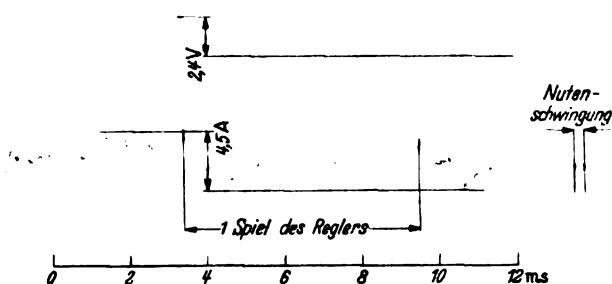


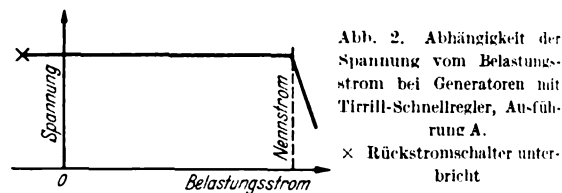
Abb. 1. Oberwellen von Spannung und Strom eines 1500 W-, 24 V-Luftfahrt-Gleichstromgenerators mit Tirrill-Spannungsregler für 4000 bis 6000 U/min, Belastung 48 A, Klemmenspannung 29,5 V, Drehzahl 4200 U/min. Spannungsschwankung (bei Betrieb ohne Sammler) 2,4 V = 8%, Stromschwankung 4,5 A = 9%.

Der Tirrill-Schnellregler zeichnet sich vor den anderen Reglern hauptsächlich durch sein geringes Gewicht aus. Der Regler eines 1500 W-Generators wiegt z. B. (einschließlich eines Rückstromschalters, 3 Entstörkondensatoren von je $1,5 \mu\text{F}$ und eines Leichtmetallabschirmgehäuses) nur 1,05 kg. Ein Kohleldruckregler wäre z. B. für dieselbe Aufgabe nur mit einem Mehrfachen an Gewicht ausführbar. Die mit dem Tirrill-Regler verbundenen Nachteile (z. B. Kontaktabnutzung, FT-Störungen, Welligkeit der Spannung) werden in Kauf genommen. Die Regelfrequenz des Tirrill-Reglers beträgt etwa 50 bis 200 Hz; die dadurch auftretende Welligkeit von Spannung und Strom tritt gegenüber den Nutenoberwellen des Generators nicht besonders hervor, wie Abb. 1 zeigt. Bei Betrieb des Generators mit einem Sammler verringern sich die Spannungsüberwellen auf ungefähr den 5. Teil des in Abb. 1 wiedergegebenen Wertes und bleiben damit in erträglichen Grenzen.

Der Entwicklungsgang der Regelverfahren für Kraftfahrzeuggeneratoren ist von Pflieger³⁾, für Luftfahrzeuggeneratoren von Sykes⁴⁾ ausführlich beschrieben worden, so daß hier nur darauf hingewiesen werden soll, daß die deutsche Luftfahrt den seither (auch bei Kraftfahrzeugen mit Spannungsregler) üblichen reinen Pufferbetrieb zwischen Generator und Sammler verlassen hat. Bei diesem Betrieb wird die Generatorspannung um so stärker heruntergeregt, je größer die Belastung wird; je weiter die Generatorspannung sinkt, desto mehr kommt der Sammler zum Eingriff. Der Sammler wird nur bei geringer Netzlast voll aufgeladen, ist also häufig stark entladen und bietet dann keine genügende Reserve

mehr. Die Netzspannung ist hierbei je nach der Belastung starken Schwankungen unterworfen.

Die zur Vermeidung dieser Nachteile in der Deutschen Luftfahrt eingesetzten neueren Tirrill-Regler liefern bis zur Nennlast gleichbleibende Spannung. Beim Überschreiten des Nennstromes tritt ein Tirrill-Stromregler in Tätigkeit, der die Generatorspannung stark herunterregelt, wie Abb. 2 zeigt. Hierdurch soll eine Überlastung des Gene-



rators vermieden werden. Ferner wird der Sammler, solange der Generator nicht voll belastet ist, stets annähernd aufgeladen gehalten; wenn der Sammler durch irgend eine Ursache einmal entladen sein sollte, wird er (durch einen großen Strom) sehr schnell wieder aufgeladen. Der hierbei auftretende hohe Ladestrom ist zwar sehr unwirtschaftlich, aber ohne besonderen Schaden für den Sammler. Durch den Regler wird also einmal im normalen Betrieb das Netz stets auf der gleichen Spannung gehalten, was für die Verbraucher, besonders für die Meßgeräte, sehr angenehm ist; dann steht der Sammler (bis auf die wenigen Fälle einer Überlastung des Generators) stets vollgeladen zur Verfügung. Ein Pufferbetrieb ist also nur noch bei Überlastung des Generators vorhanden; die Dauerlast wird durch den Generator gedeckt. Der Sammler kann daher klein bleiben gegen die Generatorleistung, was einen beträchtlichen Gewichtvorteil bringt. So arbeiten z. B. in mittleren Flugzeugen zwei Generatoren von zusammen 3000 W mit einem Sammler von nur 20 bis 45 Ah Kapazität zusammen.

Im Gehäuse des Spannungsreglers ist noch ein Rückstromschalter untergebracht, der die Aufgabe hat, den Generator auf das Bordnetz zu schalten, sobald er eine hinreichende Spannung erreicht hat, und ihn wieder vom Bordnetz zu trennen, sobald seine Spannung unter die des Sammlers sinkt.

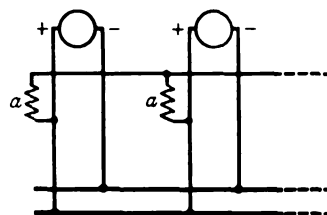


Abb. 3. Schaltung der Belastungsausgleichspulen a, die zur Ermöglichung der Parallelarbeit von mehreren Generatoren auf den Spannungsregler einwirken.

Da bei mehrmotorigen Flugzeugen die Generatorleistung meist auf die einzelnen Verbrennungsmotoren verteilt wird, müssen die Generatoren mit ihren Reglern parallel aufs Netz arbeiten können. Die hierzu benutzte Schaltung zeigt Abb. 3. Bei ihr werden die + - Leitungen vom Regler zu den Sammelschienen so abgeglichen, daß sie bei gleicher Belastung denselben Spannungsabfall haben. Die Differenz der Spannungsabfälle auf den + - Leitungen wirkt auf eine besondere (Ausgleich-) Spule a ein, die sich auf dem Spannungsregler befindet, und die in Abb. 3 für sich allein herausgezeichnet ist. Tritt demnach eine unterschiedliche Belastung der Generatoren ein, so ergibt sich eine Differenz der Spannungsabfälle auf den + - Leitungen; die Reglerspule a des überlasteten Generators bewirkt dann bei ihm Spannungsabsenkung; die des zu gering belasteten Generators steigert dessen Spannung so lange, bis sich der Belastungsunterschied einigermaßen ausgeglichen hat.

³⁾ P. M. Pflieger, Über die Regelungssysteme elektrischer Kraftfahrzeugbeleuchtungen. Arch. Elektrotechn. 20 (1928) S. 140.

⁴⁾ B. Sykes, Generator regulating systems (Arbeitsweise der verschiedenen Regelungsverfahren bei Flugzeuggeneratoren). Aircr. Engng. 9 (1937) II. 96, S. 37.

Eine andere Einrichtung benutzt zur Parallelarbeit keine Ausgleichspule, sondern eine besondere Reglerkennlinie (Abb. 4), bei der beim Auftreten eines Rückstromes die Spannung heraufgeregt wird bis zu einem Strom, bei dem der Rückstromschalter den Generator vom

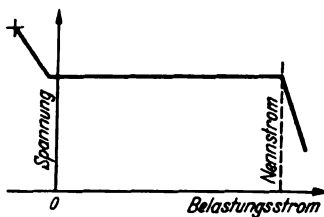


Abb. 4. Abhängigkeit der Spannung vom Belastungsstrom bei Generatoren mit Tirrill-Schnellregler, Ausführung B.
+ Rückstromschalter unterbricht

Netz trennt. Bei diesem Regelverhalten wird die Stromverteilung der Generatoren unterhalb der Nennlast nicht beeinflusst, sondern es wird erstens (wie auch bei der ersten Schaltung) dafür gesorgt, daß bei Überlastung eines Generators dessen Spannung heruntergeregt wird, so daß er keinen Schaden leidet, und zweitens, daß schon beim Auftreten eines geringen Rückstromes die Spannung erhöht wird, so daß der Generator weiter im Betrieb bleibt, ohne daß der Rückstromschalter anspricht.

Als Energiespeicher werden fast ausschließlich Sammler mit Bleiplatten und Schwefelsäure benutzt. Da sie bei verhältnismäßig kleiner Kapazität (20 bis 45 Ah) kurzzeitig zum Anlassen der Verbrennungsmotoren sehr große Leistungen hergeben müssen, werden sie für hohe Stoßbelastbarkeit, also mit kleinem inneren Widerstand, ausgeführt. Mit Rücksicht auf die verschiedenen Flugzustände müssen die Sammler so ausgeführt sein, daß sie in jeder Lage dicht sind. Als Beispiel sei ein 12 V-, 45 Ah-Sammler angeführt, der dabei nur 23,5 kg wiegt und bei unmittelbarer Verbindung seiner Klemmen einen Kurzschlußstrom von etwa 1500 A zu liefern vermag. Bei derartigen Leistungen mußte man sich mit einer Lebensdauer der Sammler von 1 bis 2 Jahren zufrieden geben.

3. Stromverteilung.

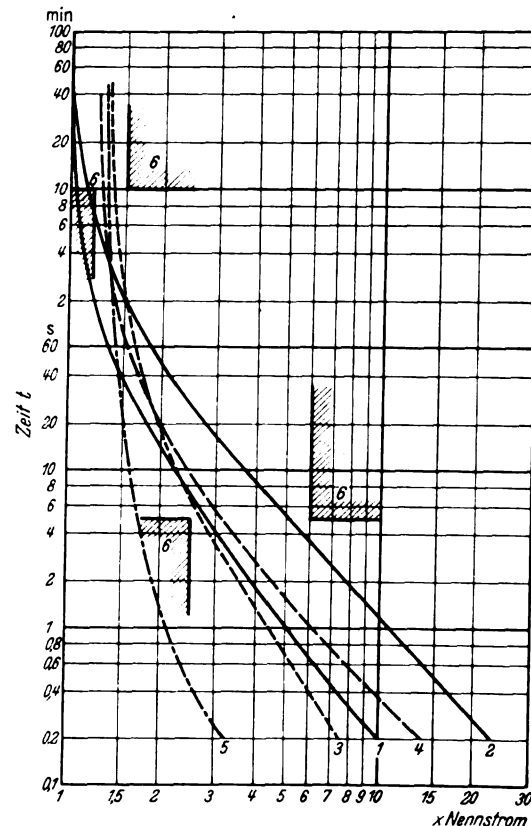
Die Generator- und Sammlerströme werden an einer Sammelschiene vereinigt. Heute sind bereits Sammelschienenströme von 200 A erreicht.

Das Leitungsnetz wird zweipolig, ohne Verbindung eines Poles mit Flugzeugmasse, verlegt. Die einpolige Verlegung, wie sie noch in der amerikanischen Verkehrsluftfahrt zu finden ist, wird in Deutschland seit langem nicht mehr angewandt, da sie eine geringere Sicherheit besitzt, Kompaßbeeinflussungen hervorrufen kann und leichter zu Funkstörungen führt als die zweipolige Verlegung. Der Gewichtsaufwand ist bei zweipoliger Verlegung nicht viel größer als bei einpoliger Verlegung, da auch bei einpoliger Verlegung ein Teil der Leitungen zweipolig sein muß, wie z. B. die Meßleitungen und die Hochstromleitungen, letztere mit Rücksicht auf die Kompaßbeeinflussung.

Die Leitungen bestehen aus Litze mit einer Isolation aus Gummi und lackierter Baumwollbeflechtung (ähnlich wie die Lackleitungen für Kraftfahrzeuge). Volleiter statt Litze können mit Rücksicht auf die Bruchgefahr durch die dauernden Erschütterungen nicht genommen werden. Der Übergang von Kupferleitern auf Leichtmetalleiter wird aus Gründen der Gewichts- und Rohstoffersparnis in Erwägung gezogen. Versuche zum Ersatz der Gummi- und Baumwollisolation durch Kunststoffe und Kunstfasern sind im Gange. Die Leitungen werden bei der Luftwaffe zur Vermeidung von Funkstörungen in metallischen Kabelkanälen oder mit einer Leichtmetallbeflechtung, also metallisch vollkommen umschlossen verlegt.

Der Schutz gegen Überlastungen erfolgt durch Schmelzsicherungen und Überstromselbstschalter, die beide eine ähnliche Abschaltkennlinie haben wie die bekannten Motorschutzschalter der Starkstromtechnik

(Abb. 5). Sie sind der Erwärmungscharakteristik der Leitungen und Verbraucher derart angepaßt, daß Überströme so lange fließen können, bis die Erwärmungsgrenze der Leitungen und Verbraucher erreicht ist. Hierdurch ist es auch möglich, Motoren und Umformer (bis etwa 1 kW) unmittelbar, also ohne Zwischenschaltung eines Anlagers, einzuschalten, ohne daß die für den Nennstrom bemessene Sicherung abschaltet. Die Selbstschalter können verhältnismäßig einfach, ohne Schnellauslösung, ausgeführt werden, da der Netzkurzschlußstrom (der im wesentlichen durch die Leistungsfähigkeit des Sammlers und durch den Widerstand der Zuleitungen gegeben ist) höchstens 1000 A beträgt; die Generatoren tragen zum Kurzschlußstrom nämlich nur wenig bei, da sie durch den Regler auf ihren Nennstrom begrenzt werden. Das Gewicht der für die



Kurven 1 und 2: Zeit bis zur Erreichung der Grenzerwärmung in Abhängigkeit vom Vielfachen des Nennstromes für Luftfahrtleitungen von 0,75 und 6 mm² Querschnitt bei Verlegung auf senkrechter Wand und 30° zulässiger Übertemperatur

Kurve 3: Abschmelzverhalten einer trägen 25 A-Luftfahrt-Schmelzsicherung von 25 mm Länge und 5,7 mm Dmr.

Kurve 4: Abschaltverhalten eines 6 A-Luftfahrt-Überstromselbstschalters (mit Bimetallauslösung)

Kurve 5: Abschmelzverhalten einer unverzögerten (früher gebräuchlichen) 25 A-Schmelzsicherung (zum Vergleich)

6: Ansprechgrenzen für Luftfahrt-Schmelzsicherungen und Überstromselbstschalter

Abb. 5. Abschaltkennlinien von Luftfahrt-Schmelzsicherungen und Überstromselbstschaltern.

Luftfahrt besonders entwickelten Selbstschalter ist, verglichen mit den in der Starkstromtechnik gebräuchlichen Geräten, außerordentlich gering. So wiegt z. B. ein einpoliger Überstromselbstschalter der Reihe 6 bis 30 A 140 bis 150 g (siehe Abb. 6), ein einpoliger 125 A-Überstromselbstschalter einschließlich einer Spule für Fernauslösung 375 g. Die Schalter mit Fernauslösung liegen vor den Stromzeugern und dienen dazu, das Bordnetz (z. B. vor einer Bruchlandung) vom Flugzeugführersitz aus jederzeit mittels eines Druckknopfes spannungslos machen zu können.

Die Sicherungen (mit fast demselben trägen Ansprechverhalten wie die Selbstschalter) mußten ebenfalls für die

Luftfahrt besonders entwickelt werden. Für Ströme bis 30 A konnten sie in sehr kleinen Abmessungen hergestellt werden (25 mm lang; 5,7 mm Dmr.). Die Sicherungen bis 125 A haben Messerkontakte, ein Gewicht von 15 bis 18 g und Abmessungen, die für Sicherungen derartiger Trägheit immer noch als klein anzusprechen sind (siehe Abb. 7).

Bei den Schaltern und Sicherungen war besondere Sorgfalt bei der Gestaltung erforderlich, um die Kontakte erschütterungssicher und das Abschmelzverhalten unabhängig von der Größe der Erschütterungen zu machen.

4. Stromverbraucher.

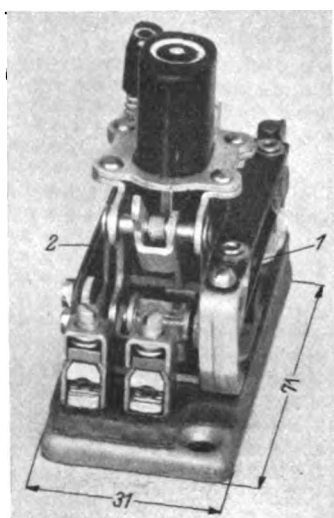
Ein beträchtlicher Teil des Stromes wird für Heizzwecke benötigt, z. B. für heizbare Bekleidung (an Stelle der die Beweglichkeit stark einschränkenden Pelzbekleidung), ferner für die Düsen von Meßgeräten, damit diese im Flugwind nicht vereisen, zur Vorwärmung der Atemluft von Sauerstoffgeräten usw. In der Verkehrsluftfahrt wird die elektrische Heizung nur für die Meßgerätedüsen, zum Kochen und für ähnliche Zwecke benutzt.

Ein anderer, ständig wachsender Anteil des Leistungsbedarfes entfällt auf Motoren, die z. B. zur Fahrgestellbetätigung, zur Verstellung der Luftschrauben (Propeller) und zum Aus- und Einlassen des Scheinwerfers dienen. Der Motor der Selbststeueranlage (Autopilot) treibt außerdem einen Generator an, der 500 Hz Drehstrom für Kreiselmotoren liefert. Ferner gibt es Umformer für die Betriebsspannungen der Funkgeräte und der Bordverständigungsanlage. Die früher viel angewandten windgetriebenen Generatoren für die Funkgeräte sind also durch Umformer ersetzt worden, da erstere bei den heute erreichten hohen Fluggeschwindigkeiten einen unwirtschaftlich großen Luftwiderstand besitzen würden; die Funkgeräte können so auch noch nach Notlandungen (aus dem Sammler) betrieben werden, was zum schnellen Herbeirufen von Hilfe außerordentlich wichtig ist.

Der Strombedarf für Beleuchtungszwecke ist bei der Luftwaffe verhältnismäßig gering (Stellungslichter, Instrumentenbeleuchtung, Innenraumbelichtung usw.) Nur der Scheinwerfer, der zur Erleichterung von Nachtlandungen und zum Signalisieren gebraucht wird, hat einen höheren, allerdings nur kurze Zeit dauernden Bedarf von 100 bis 400 W (je nach Größe des Flugzeuges). Bei Verkehrsflugzeugen fällt der Bedarf für die Innenraumbelichtung jedoch schon stark ins Gewicht.

Die Stellungslichter sind dadurch bemerkenswert, daß bei ihnen bei kleinsten Abmessungen und geringem elektrischen Leistungsaufwand große Tragweiten erreicht wur-

den. Kleinste Abmessungen waren hauptsächlich erforderlich, um die Stellungslichter an die (aus strömungstechnischen Gründen) dünnen Flügelenden der neuzeitlichen Flugzeuge anpassen zu können (Abb. 8). Diese kleinen Abmessungen gestatteten nicht, mit der Lampenleistung der roten und grünen Lichter über je 20 W hinauszugehen, da hierbei schon Temperaturen des Glasfilters von 200° auftreten. Die großen Tragweiten (die wegen der hohen Fluggeschwindigkeiten zur Vermeidung von Zusammenstößen auf ein Höchstmaß zu treiben waren) wurden durch Wahl einer besonderen Lichtverteilung und durch Farbfilter hoher Lichtdurchlässigkeit erreicht. Die Lichtverteilung wurde so festgelegt, daß nach allen Richtungen gleiche Sicherheit gegen Zusammenstöße vorhanden ist, daß z. B. in der gefährlichsten Richtung, nämlich nach vorn, die Stellungslichter ihre größte Helligkeit haben. Linie 1 in Abb. 9 zeigt die Soll-Lichtverteilung eines Seitenlichtes, wie sie 1935 (nach einem vom Verfasser in der DVL ausgearbeiteten Vorschlag) von der Internationalen Beleuchtungstechnischen Kommission angenommen wurde. Linie 2 in Abb. 9 ist die von dem Stellungslicht nach Abb. 8 mit einfachen optischen Mitteln (Spiegeln) erreichte Lichtverteilung. (Die des roten Stellungslichtes ist hierzu spiegelbildlich.) Mit der Lichtdurchlässigkeit der Farbfilter ging man so weit (bei rot auf 33 %, bei grün auf 30 %), daß sie zuverlässig noch voneinander zu unterscheiden sind. Mit diesen Lichtern wur-



1 Bimetallauslöser
2 Nebenschlußwiderstand zum Bimetallstreifen für den Abgleich für die Nennstromstärken 10 bis 30 A
Maße in mm

Abb. 6. Luftfahrt-Überstromselbstschalter für 30 A, 40 V. Abschirmhaube abgenommen.

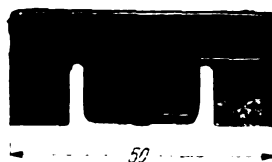


Abb. 7. Luftfahrt-Schmelzsicherung mit Messerkontakten, Reihe 6 bis 125 A, 40 V, mit Preßstoffgehäuse. Maß in mm.

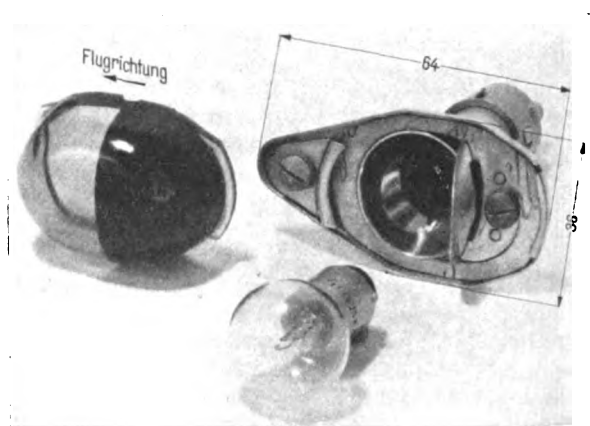


Abb. 8. Stellungslicht für Luftfahrzeuge. Maße in mm.

den bei gutem Wetter Tragweiten von 20 km in Flugrichtung beobachtet. Die Rechnung ergibt in Flugrichtung (aus dem Sollwert von 33 HK nach Linie 1 in Abb. 9, dem international gebräuchlichen Schwellenwert des Auges von 0,22 HK auf 1 km und bei dem Höchstwert der Lichtdurchlässigkeit der Luft von 90 % auf den km) eine sichere Tragweite von 8 km. Da die Tragweite bei schlechter Sicht wesentlich heruntergeht, wäre an sich noch eine Erhöhung der oben angegebenen Werte erwünscht. Dies scheitert aber an dem hierfür erforderlichen, untragbar werdenden Aufwand. Für das (weiße) Hecklicht genügt die Tragweite einer einfachen 5 W-Lampe ohne Optik. Das (weiße) Buglicht wird nur bei Seeflugzeugen angewandt. Bei Landflugzeugen kommt es aus verschiedenen Gründen in Fortfall.

Die Funkanlage von Verkehrsflugzeugen wurde kürzlich bereits in dieser Zeitschrift behandelt⁵⁾, so daß auf sie nicht näher eingegangen werden soll.

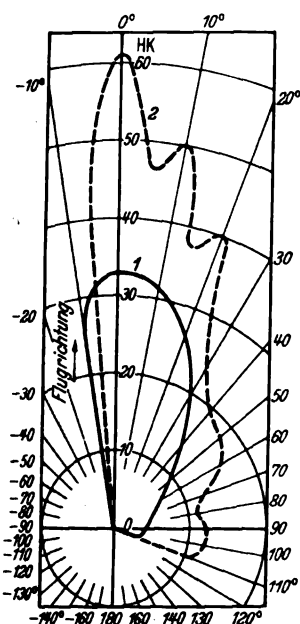
Von der Bordverständigungsanlage, einer Art „Hausfernsprecher“, ist die besondere Ausführung der Mikrophone und die hohe Nutzspannung, die am Hörer zur Verständigung erforderlich ist, erwähnenswert. Die Mikrophone müssen z. B. die Sprache gegenüber dem Flugzeuglärm bevorzugt aufnehmen. Zur Zeit werden hierfür Kehl-

⁵⁾ R. Brüger, Bordfunkgeräte auf Verkehrsflugzeugen, ETZ 58 (1937) S. 915.

kopfmikrophone benutzt, die in der Nähe des Kehlkopfes den Hals berühren. Sie sind so gebaut, daß sie auf Frequenzen unterhalb 1000 Hz, aus denen der Flugzeuglärm hauptsächlich besteht, geschwächt ansprechen, daß sie also die Frequenzen oberhalb 1000 Hz bevorzugen. Auch Besprechungsmikrophone (ähnlich den in Fernsprechanlagen üblichen) könnten bei besonderer Ausführung und Anbringung mit Erfolg angewandt werden.

Am Hörer sind zur Übertönung des von außen her auf das menschliche Ohr einwirkenden Lärms Nutzspannungen in der Größenordnung von 20 V erforderlich (bei einem Gleichstromwiderstand der Hörer von 4000 Ω). So hohe

Spannungen sind natürlich nur durch Einschaltung eines Verstärkers zwischen Mikrophon und Hörer zu erreichen. Um einen Begriff von der Größe dieser Spannung am Hörer zu geben, sei erwähnt, daß durch sie in einem geräuscharmen Raum bereits Schmerzempfindungen ausgelöst werden⁶⁾.



Linie 1: Sollwerte laut Empfehlung der Internationalen Beleuchtungstechnischen Kommission 1935 (Vorschlag der DVL 1933)

Linie 2: In der deutschen Luftfahrt eingeführte Ausführung eines grünen Stellungslichtes (Abb. 8) mit 20 W-Lampe bei 28 V Betriebsspannung (farbig gemessen)

Abb. 9. Lichtverteilung von Flugzeug-Stellungslichtern.

Die elektrischen Anlasser der Verbrennungsmotoren sind Verbraucher, die zwar große Ströme aufnehmen, aber vor einem Flug meist nur einmal 10 bis 20 s lang in Tätigkeit treten. Ihr Strom beträgt im Einschaltaugenblick bis zu 700 A und geht während des Anlassens langsam auf etwa 70 A zurück. Anlasser, wie sie bei Kraftfahrzeugen üblich sind, die also den Verbrennungsmotor unmittelbar durchdrehen, werden in der Deutschen Luftfahrt wenig und nur bei mittleren Motoren angewandt. Der bei uns hauptsächlich eingeführte Anlaßmotor wirkt auf ein Schwungrad ein, das, sobald es eine genügend hohe Drehzahl (etwa 18 000 U/min) erreicht hat, auf den Verbrennungsmotor gekuppelt wird und diesen anwirft. Dieses Anlassen mit Schwungrad hat gegenüber dem gewöhnlichen Durchdrehverfahren den Vorteil, daß es bei derselben Motorleistung (allerdings nur kurzzeitig) den Verbrennungsmotor auf eine größere Drehzahl zu bringen vermag.

An weiteren Verbrauchern von elektrischem Strom sind zu nennen: Die Anlaßzündanlage der Otto-Motoren, Signallampen und Meßgeräte⁷⁾.

5. Zündanlage der Otto-Motoren⁸⁾.

In der Luftfahrt werden aus Sicherheitsgründen 2 Zündkerzen je Zylinder verwendet und diese von 2 getrennten Zündanlagen gespeist. Die Zündspannungen liefern fast ausschließlich Zündmagnete, die, abweichend von der für Kraftfahrzeuge üblichen Batteriezündung, die elektrische Energie nicht einer Batterie entnehmen, sondern sie selbst als Generator mit Dauermagneterregung er-

zeugen. Nur bei einem Motormuster findet die Batteriezündung Anwendung, aber nur für die eine Kerzenreihe, während die Speisung der anderen durch einen Zündmagneten erfolgt. Für die Wahl der Magnetzündung waren hauptsächlich Sicherheitsgründe entscheidend. Verschiedene kleinere Vorteile der Batteriezündung treten dagegen zurück.

Neuerdings werden zur Gewichtersparnis die beiden Zündmagnete eines Motors zu einem Zwillingszünder vereinigt. Bei ihm ist der mechanische Teil nur noch einfach, der elektrische Teil aber aus Sicherheitsgründen nach wie vor doppelt vorhanden. Die Zündmagnete werden unmittelbar an den Verbrennungsmotor angeflanscht. Sie müssen daher, ebenso wie die Generatoren, in erhöhtem Maße schüttelfest sein und die Torsionsschwingungen der Motorwelle, ohne schadhaf zu werden, aushalten können.

Bei der engen Verbindung der Zündmagnete mit dem Motor ist es möglich, daß Kraftstoff in sie eindringen kann, dort gezündet wird oder sogar Explosionen (im Innern des Zünders) hervorruft. Hierdurch dürfen etwa in der Nähe der Zündmagnete befindliche Leckbetriebsstoffe oder -öle nicht in Brand geraten. Die Zündmagnete müssen daher explosionsgeschützt ausgeführt werden.

Da die Zündmagnete bei ganz niedrigen Drehzahlen, also beim Anlassen, noch keine hinreichend hohe Zündspannung abgeben, muß während des Anlassens eine Hilfszündeinrichtung betätigt werden. Für kleinere Flugzeuge benutzt man hierzu einen besonderen, mit einer kleinen Handkurbel durchzudrehenden elektrischen Generator mit Dauermagneterregung (Magnetanlaßzündung). In größeren Flugzeugen wird stattdessen (zur weiteren Erleichterung des Anlassens) eine Art Funkeninduktor eingebaut, der von dem Bordsammler gespeist wird, und der aus Zündspule (Transformator) sowie Selbstunterbrecher besteht (Summeranlaßzündung). Für einige Fälle wurde vom Kraftwagenbau der Schnapper zur Anlaßerleichterung übernommen.

Die Zündkerzen wurden seither hauptsächlich mit Glimmer statt mit keramischer Isolation geliefert, da Glimmer bruchsicherer ist. Neuerdings führen sich die Kerzen mit keramischem Isolator immer mehr ein, da sie eine höhere elektrische Durchschlagsfestigkeit haben und billiger sind.

6. Funkentstörung⁹⁾.

Bei Verwendung von Empfängern größter Empfindlichkeit¹⁰⁾, die heute mehr und mehr eingeführt werden, ist eine weitgehende Entstörung des Flugzeuges erforderlich.

Die Zündanlagen der Otto-Motoren müssen daher vollkommen elektrisch abgeschirmt werden. Der Einbau von Widerständen in die Zündleitungen, der in Kraftfahrzeugen zur Herabsetzung der Zündstörungen öfter vorgenommen wird, ist für die Luftfahrt nicht tragbar, da die Güte der Zündung hierdurch beeinträchtigt wird, und da außerdem die dadurch erzielte Herabsetzung der Störungen unzureichend ist.

Auf eine Abschirmung des elektrischen Bordnetzes kann verzichtet werden, wenn für die Entstörung der angeschlossenen Geräte ein größerer Aufwand tragbar ist (Kondensatoren und Drosselspulen), wenn also die Zahl und der Stromverbrauch dieser Geräte klein sind. Die Entstörung der Geräte ist dann bis auf etwa 30 μ V Hochfrequenzstörspannung durchzuführen. Messungen der DVL haben nämlich ergeben, daß bei Flugzeugverhältnissen und Störspannungen an den Geräteklemmen unter 30 μ V bei un abgeschirmtem Bordnetz die über die Antenne auf den Empfänger übertragene Störspannung kleiner als 1 μ V ist; 1 μ V ist am Empfängereingang gerade noch zulässig. (Diese Art von Entstörung wird bei der Deutschen Lufthansa angewandt.)

Ist eine größere Zahl von störenden Geräten an das Bordnetz angeschlossen, und will man eine erhöhte Sicher-

⁶⁾ K. Krüger u. W. Willms, Versuche zur Verbesserung von Telefonanlagen für geräuscherfüllte Räume. Z. techn. Phys. 16 (1935) S. 585.

⁷⁾ Über die elektrischen Meßgeräte wird Herr Grundherr in dieser Zeitschrift noch berichten.

⁸⁾ W. Brintzinger u. B. Bruckmann, Elektrische Triebwerksausrüstung für Luftfahrzeuge. Z. Flugtechn. Motorluftsch. 23 (1932) S. 541; DVL-Jahrbuch 1932, S. VII 75. E. Klalber, W. Lippart, Die elektrische Ausrüstung des Kraftfahrzeuges, Teil I: Zündung. Berlin 1928, Verlag von M. Krayn.

⁹⁾ H. Viehmann, Funkentstörung von Luftfahrzeugen. Jahrbuch 1937 der deutschen Luftfahrtforschung S. III/69.

¹⁰⁾ Die Verstärkung ist so hoch getrieben, daß das Rauschen des Eingangskreises im Ausgang bereits deutlich wahrnehmbar wird.

heit gegen Empfangsstörungen haben, so schirmt man das elektrische Bordnetz ab. (So geschieht es bei der deutschen Luftwaffe.) Ein abgeschirmtes Bordnetz ist hier außerdem schon deswegen unumgänglich, weil gefordert wird, daß bei Schußverletzungen der Leitungen und Geräte keine Funkstörungen infolge der hierdurch möglichen Wackelkontakte entstehen dürfen. Die Erfüllung dieser Aufgabe würde bei einem nicht abgeschirmten Bordnetz größte Schwierigkeiten bereiten. Bei einem abgeschirmten Bordnetz brauchen dann die an das Bordnetz angeschlossenen Störer nur bis zu einem gewissen Grade (bis auf 1 mV Hochfrequenzspannung an den Geräteklemmen), entstört zu werden (soweit es sich nämlich mit einfachen Mitteln — lediglich mit Hochfrequenzstörkondensatoren — schaffen läßt). Wie weitere Messungen der DVL an Flugzeugen gezeigt haben, erzeugt bei abgeschirmtem Bordnetz diese 1 mV-Hochfrequenzstörspannung ebenfalls eine größere Störspannung am Empfänger-eingang als 1 μ V.

Der Bordnetzanschluß der Empfänger ist so einzurichten, daß er ohne Beeinträchtigung des Empfanges die im Bordnetz verbleibenden Störspannungen ertragen kann: (50 mV Tonfrequenz und 45 μ V bzw. 1,5 mV Hochfrequenz; für die Summe aller Störer wird also 50 % mehr eingesetzt als für einen einzelnen Störer zulässig ist).

Die übrigen Maßnahmen zur Funkentstörung sind nicht unmittelbar mit der elektrischen Bordanlage verknüpft. Auf sie wird daher hier nicht näher eingegangen.

Zusammenfassung.

Nach einer kurzen Aufzählung der Luftfahrt-Anforderungen an elektrische Geräte, soweit sie über das Übliche hinausgehen, werden die Eigenarten der Stromquellen, des Bordnetzes und der Stromverbraucher geschildert. Besondere Würdigung finden die Selbstschalter, Sicherungen und Stellungslichter wegen ihrer großen Leistungsfähigkeit bei geringstem Gewicht. Ferner wird auf die Zündanlagen der Otto-Motoren und die Funkentstörung kurz eingegangen.

Internationale Vereinheitlichungen auf dem Gebiete der Stoßspannungsprüfungen.

Von P. Jacottet VDE, Berlin, und W. Weicker VDE, Hermsdorf, Thür.

Übersicht. Stoßspannungsprüfungen an Isolatoren und Funkenstrecken gewinnen in neuerer Zeit immer größere Bedeutung. Zwecks unmittelbarer Vergleichbarkeit derartiger Stoßversuche sind einheitliche Richtlinien hierfür dringend erwünscht. Deutscherseits sind bereits im Jahre 1933 vom VDE Leitsätze für die Prüfung mit Spannungsstößen herausgegeben worden. In ähnlicher Weise hat auch kürzlich die IEC unter maßgebender Mitarbeit Deutschlands einheitliche Begriffsbestimmungen festgelegt, über die nachstehend berichtet wird.

Die Frage der Aufstellung einheitlicher Vorschriften für die Prüfung mit Stoßspannungen wird zur Zeit von der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) und den einzelnen ihr angeschlossenen Länderausschüssen eingehend behandelt. Hierüber ist bei früherer Gelegenheit bereits kurz berichtet worden¹⁾. Nachdem auf der Tagung der hierfür zuständigen Ausschüsse der IEC, Juni/Juli 1937 in Paris, die Beratungen zu einem gewissen Abschluß gekommen sind, sei nachstehend ein zusammenfassender Überblick über den derzeitigen Stand der Angelegenheit sowie über die teilweise noch in Bearbeitung befindlichen Fragen gegeben.

Vereinheitlichung der Bestimmungen über die Ausführung von Stoßspannungsprüfungen.

Abb. 1 zeigt den Verlauf einer Prüfstoßspannung²⁾ (Vollwelle) und die hierfür von der IEC angenommenen

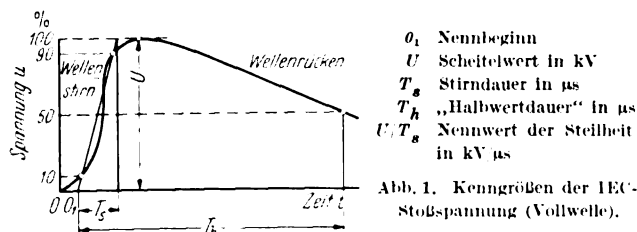


Abb. 1. Kenngrößen der IEC-Stoßspannung (Vollwelle).

Kenngrößen, wie Nennbeginn, Scheitelwert, Stirndauer, Nennwert der Steilheit, Halbwertdauer (richtiger: Zeitdauer bis zum Halbwert auf dem Wellenrücken). Die Wellenform einer Stoßspannung wird durch ihre Stirndauer T_s und

ihre Halbwertdauer T_h gekennzeichnet (T_s/T_h). Als in der Natur bei Gewitterüberspannungen im Mittel am besten entsprechende und für Prüfzwecke vorzugsweise zu benutzende Wellenform hat die IEC die 1/50 μ s-Stoßspannung mit 1 μ s Stirndauer und 50 μ s Halbwertdauer genormt. Im Bedarfsfalle wird außerdem die Benutzung der 1/5 μ s-Stoßspannung³⁾ empfohlen. Als zulässige Ab-

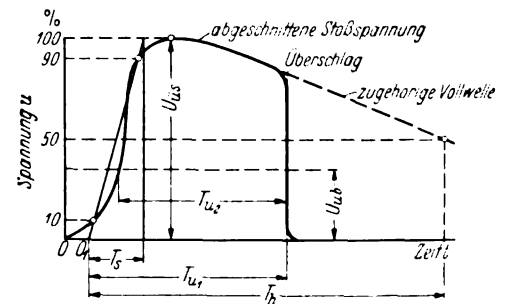


Abb. 2. Zusätzliche Kenngrößen für eine durch Überschlag auf dem Wellenrücken abgeschnittene IEC-Stoßspannung.

weichung⁴⁾ von den genormten Wellenformen gelten ± 50 % für die Stirndauer und ± 20 % für die Halbwertdauer, wenn auch für wissenschaftliche Untersuchungen eine genauere Einhaltung der genormten Werte anzustreben ist⁵⁾.

Treten unter Einwirkung von Stoßspannungen Überschläge oder Durchschläge am Prüfling auf, so entsteht eine „abgeschnittene Stoßspannung“. Diese kann auch durch Parallelschaltung einer entsprechend eingestellten Kugelfunkenstrecke erzeugt werden. In Abb. 2 sind die bei Überschlag auf dem Wellen-

³⁾ Hauptsächlich wohl mit Rücksicht auf die zahlreichen in den V. S. Amerika mit dieser Wellenform angestellten Stoßüberschlagsversuche.

⁴⁾ Durch diese Toleranz sollen auch die in anderen Ländern üblichen Wellenformen, beispielsweise die 1,5/40 μ s-AIEE-Stoßwelle, als den internationalen Normen entsprechend, verwendet werden können.

⁵⁾ Bezüglich des Vergleichs der genormten IEC-Stoßspannungen mit den in anderen Ländern zur Zeit üblichen Wellenformen siehe P. Jacottet, ETZ 58 (1937) S. 41. — Bei dieser Gelegenheit sei erwähnt, daß die deutschen „Leitsätze für die Prüfung mit Spannungsstößen VDE 0450 1933“ zur Zeit umgearbeitet und den IEC-Bestimmungen angeglichen werden.

¹⁾ ETZ 56 (1935) S. 1163 u. 1242.

²⁾ Geringfügige überlagerte Hochfrequenzschwingungen sind gestattet, falls ihr Scheitelwert den der Stoßspannung um nicht mehr als 5% übersteigt. — Bezüglich dieser sowie weiterer IEC-Festlegungen für Stoßspannungsprüfungen vgl. Niederschrift R. M. 149 über die Sitzung des IEC-Ausschusses 8, Sommer 1937 in Paris, Anhang I und Schriftstück 8 (Central Office) 502.

rücken außer den dazugehörigen Kenngrößen der entsprechenden Vollwelle von der IEC festgelegten Begriffe erläutert, wie Überschlagstoßspannung (Scheitelwert der entsprechenden Stoßspannung), Überschlagszeit (vom Nennbeginn bis zum Überschlag, „time to flashover“), Überschlagsverzugs⁹⁾ „time lag“ und Stoßziffer (Verhältnis der Überschlagstoßspannung⁷⁾ zum Scheitelwert der Überschlagwechselspannung⁷⁾).

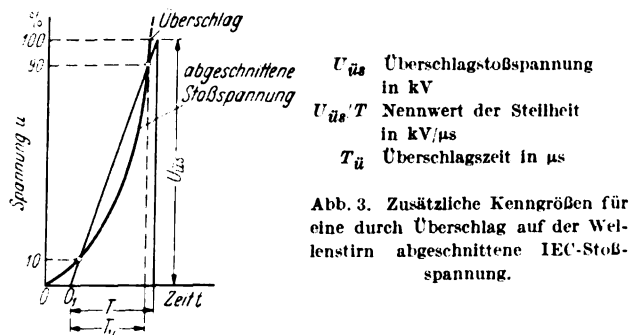


Abb. 3. Zusätzliche Kenngrößen für eine durch Überschlag auf der Wellenstirn abgeschnittene IEC-Stoßspannung.

Schließlich sind aus Abb. 3 die bei Überschlag auf der Wellenstirn von der IEC festgelegten Begriffe der Überschlagstoßspannung (tatsächlich auftretender Überschlagswert), Überschlagszeit und Nennwert der Steilheit zu entnehmen. Die in Abb. 2 und 3 für einen Überschlag am Prüfling erläuterten Bezeichnungen gelten sinngemäß auch für den Durchschlag.

Bei Stoßüberschlägen von Isolatoren und Funkenstrecken sind also auf Grund der obigen Betrachtungen zu unterscheiden:

1. Rückenüberschläge

a) bei der Mindest-Überschlagstoßspannung, der bei der betreffenden Wellenform eben noch zum Überschlag führenden niedrigsten Stoßspannung, d. i. der Scheitelwert derjenigen Stoßspannung, bei der definitionsgemäß nur etwa die Hälfte der angewendeten Stöße zum Überschlag am Prüfling führen. Künftige Bezeichnung: Mindest- (50 %-)⁸⁾ Überschlagstoßspannung;

b) bei überschießender Stoßspannung, d. h. Scheitelwerten solcher Stoßspannungen der betreffenden Wellenform, bei denen alle erzeugten Stöße zum Überschlag am Prüfling führen und die höher als die Mindest-Überschlagstoßspannung liegen und daher geringere Überschlagszeiten besitzen. Bei wachsender Stoßspannung erfolgt der Überschlag schließlich auf dem Scheitelwert der Stoßwelle.

2. Stirnüberschläge bei aller kürzesten Überschlagszeiten und noch höheren Stoßspannungen als dem Scheitelüberschlag unter 1. b) entspricht.

In Abb. 4 sind die grundsätzlichen Schaltbilder für den Aufbau eines Stoßkreises zur Erzeugung der Prüf-Stoßspannungen angegeben. Um auch bei der kürzeren genormten Stoßspannung 1/5 µs mit Prüflingen größerer Kapazität unter Berücksichtigung einer guten Ausnutzbarkeit der Stoßanlage die gewünschte Wellenform zu erzielen, kann der Entladewiderstand R_e , wie in Abb. 4 a und b angegeben, wahlweise vor oder hinter den Dämpfungswiderstand R_d gelegt werden.

Internationale Festlegungen über die Begriffsbestimmung der Stoßkennlinie, die namentlich bei Aufnahme von Stoßspannungen mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen Bedeutung hat, sind noch nicht getroffen

⁹⁾ Mit Rücksicht auf den namentlich in den V. S. Amerika noch vielfach üblichen Begriff des Überschlagsverzuges (Zeit, während der die abgeschnittene Stoßspannung die Überschlagwechselspannung überschreitet, „time lag“, vgl. Abb. 2), soll diese Bezeichnung in den IEC-Regeln wenigstens in einer Fußnote erwähnt werden, während der Begriff der Überschlagszeit vorzugsweise verwendet werden soll.

⁷⁾ Die Stoßziffer bezieht sich meist auf die „Mindest-Überschlagstoßspannung“.

⁸⁾ Die Trefferzahl von 50% wurde auf Grund einer deutschen Eingabe von der IEC an Stelle der früher in Aussicht genommenen Trefferzahl von 90% festgelegt.

worden. Um aber derartige Stoßkennlinien verschiedener Isolatoren und Funkenstrecken miteinander vergleichen zu können, ist eine eindeutige Angabe über den hierbei zugrunde gelegten Zeitmaßstab unbedingt erforderlich. Am gebräuchlichsten ist die Darstellungsweise, wonach bei einer bestimmten Wellenform die Stoßüberschlagsspannung (bei Rückenüberschlägen als entsprechender Scheitelwert, bei Stirnüberschlägen als Augenblickswert) abhängig von der Überschlagszeit⁹⁾ aufgetragen wird. In den V. S. Amerika wurde allerdings bisher auch viel-

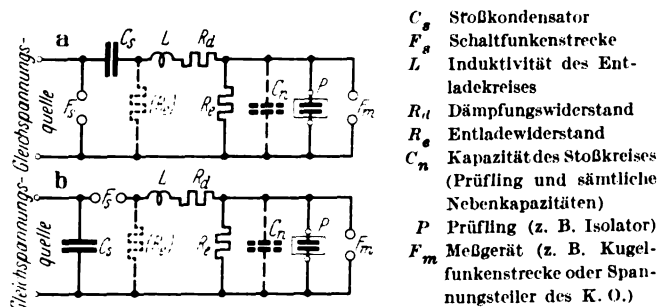


Abb. 4a u. b. Grundsätzliche Schaltbilder für den Stoßkreis.

fach als Abszisse der Überschlagsverzugs¹⁰⁾ gewählt. Abb. 5 zeigt den Zusammenhang dieser gebräuchlichsten Darstellungsweisen der Stoßkennlinien abhängig von der Überschlagszeit und vom Überschlagsverzugs¹¹⁾.

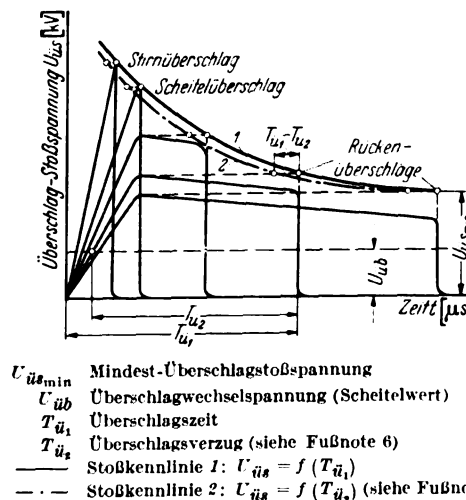


Abb. 5. Gebräuchlichste Darstellungsweise von Stoßkennlinien.

Ergänzend sei noch bemerkt, daß die Mindest-Überschlagstoßspannung wie auch der Verlauf der Stoßkennlinien von Isolatoren und Funkenstrecken im allgemeinen von der Polarität und Wellenform der Stoßspannung, der Bauart der Isolatoren, der Feldverteilung und Anordnung, der Ausbildung der Elektroden und schließlich von den Luftverhältnissen (vgl. weiter unten) abhängig ist. Bei Angabe der Überschlagstoßspannung oder Stoßkennlinie eines Prüflings muß daher immer die Wellenform und Polarität der benutzten Stoßspannung mit genannt werden.

Ergebnis der auf Veranlassung der IEC angestellten Stoßüberschlagsversuche an Stabfunkenstrecken und Isolatoren^{11a)}.

Zur Nachprüfung, ob sich auf Grund der vorerwähnten vereinheitlichten Prüfbestimmungen übereinstimmende Meßergebnisse der einzelnen Stoßanlagen erzielen lassen,

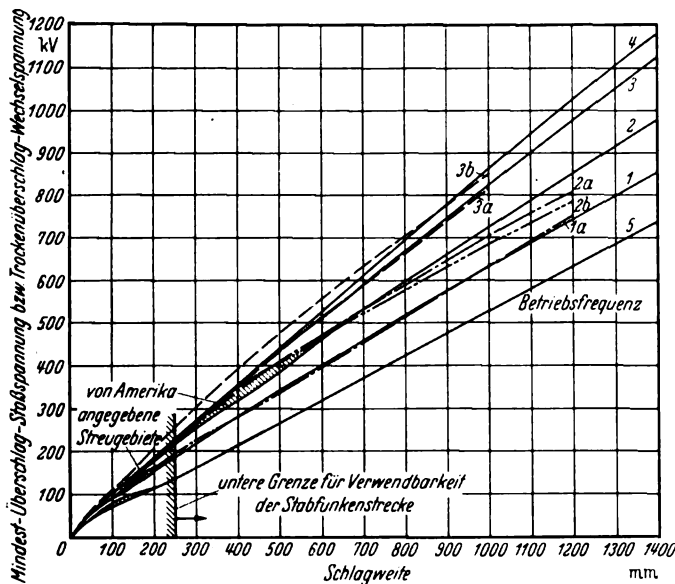
⁹⁾ Diese Bezugnahme der Stoßkennlinie auf die Überschlagszeit entspricht auch der von der IEC bevorzugten Benutzung des Begriffes „Überschlagszeit“.

¹⁰⁾ Ebenfalls eine Zeit, vgl. Fußnote 6.

¹¹⁾ Über andere Möglichkeiten der Darstellung von Stoßkennlinien vgl. z. B. J. Rebhan, ETZ 58 (1937) S. 1177 u. R. Elsner, ETZ 59 (1938) S. 315.

^{11a)} Vgl. auch T. E. A. 1111 b o n e, International Comparison of Impulse-Voltage Tests. J. Instn. electr. Engrs. 81 (1937) S. 741.

sind auf Veranlassung der IEC systematische Stoßüberschlagversuche an Stabfunkenstrecken und Isolatoren in einigen größeren Versuchsfeldern verschiedener Länder durchgeführt worden. Für die Überschlagsversuche wurden die beiden genormten IEC-Wellenformen $1/50 \mu s$ und $1/5 \mu s$ positiver und negativer Polarität benutzt.



Kurve Nr.	Überschlagswerte	Wellenform
1	abgeglichene	+ 1,5 40 μs
2	amerikanische Überschlagswerte	— 1,5/40 „
3	EEL—NEMA	+ 1/5 „
4	[nach Electr. Engng. 56 (1937) S. 712]	— 1/5 „
1a	acht europäischen*)	+ 1/50 „
2a	acht europäischen	— 1/50 „
2b	fünf deutschen	— 1/50 „
3a	acht europäischen	+ 1/5 „
3b	acht europäischen	— 1/5 „
5	AIEE [nach Electr. Engng. 53 (1934) S. 882]	60 Hz

*) Gilt angenähert auch als Mittel aus fünf deutschen Versuchsfeldern (AEG, Hesch, SSW-Berlin u. Nürnberg, V & H.)

Abb. 6. Mindest-Überschlagstoßspannung und Trocken-Überschlagwechselspannung von Stabfunkenstrecken abhängig von der Schlagweite, bezogen auf $20^\circ C$, 760 Torr, $11 g/m^3$ absolute Luftfeuchtigkeit.

Abb. 6 zeigt die mittleren Überschlagswerte von Stabfunkenstrecken¹²⁾ abhängig von der Schlagweite aus den Meßergebnissen von acht europäischen Versuchsfeldern, verglichen mit den vereinheitlichten amerikanischen, auf IEC-Luftverhältnisse (20° , 760 Torr, $11 g/m^3$) umgerechneten Überschlagswerten¹³⁾. Die mit der $1/50 \mu s$ -Stoßspannung von fünf deutschen Versuchsfeldern gemessenen Überschlagsspannungen sind ebenfalls zum Vergleich mit eingetragen.

Eine Gegenüberstellung der von den verschiedenen Versuchsfeldern am gleichen Prüfling (Stabfunkenstrecke) gefundenen Meßergebnisse hat dabei ergeben, daß mit einer Abweichung von höchstens $\pm 8\%$ der Einzelwerte von dem Mittel aus allen Meßwerten zu rechnen ist¹⁴⁾. Dabei ist aber zu bedenken, daß die Stabfunken-

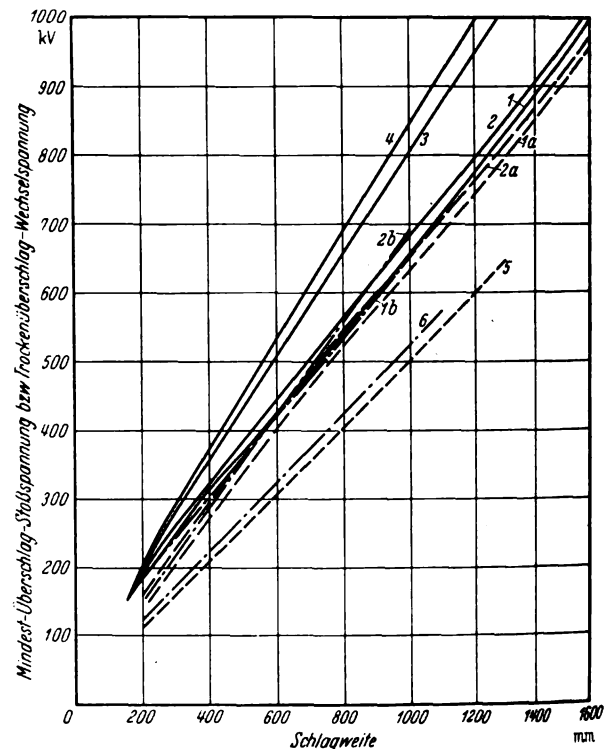
¹²⁾ Wegen Einzelheiten über Versuchsaufbau und -bedingungen sowie über die Verwendung von Stabfunkenstrecken vgl. P. Jacottet, Stoßüberschlagsversuche an Stabfunkenstrecken, ETZ 58 (1937) S. 628.

¹³⁾ Electr. Engng. 56 (1937) S. 712.

¹⁴⁾ Wenn die mittleren deutschen bzw. IEC-Meßergebnisse besonders bei negativer Stoßspannung noch etwas stärker von den amerikanischen Mittelwerten abweichen, so ist das wahrscheinlich auf Verwendung noch nicht genügend vereinheitlichter Eickurven von Kugelfunkentrecken, insbesondere auf den großen Einfluß des Aufbaus der Kugeln (z. B. ob senkrecht oder waagrecht angeordnet) zurückzuführen.

strecke auch für große Schlagweiten starke Streuung bei der negativen Stoßspannung $1,5/40 \mu s$ nach den amerikanischen Messungen aufweist. Davon abgesehen ist die Streuung der Überschlagsspannungen bei Stoß nur unwesentlich größer als bei Betriebsfrequenz. Bedenken wegen nicht genügender Übereinstimmung der einzelnen Stoßanlagen können also kaum noch einer Einführung der Stoßspannungsprüfung für die verschiedenen Gerätearten entgegenstehen.

Bei dieser Gelegenheit mögen auch die von verschiedenen europäischen (für die Beratungen des IEC-Unterausschusses „Stoßspannungen“) und von amerikanischen Laboratorien vorgenommenen Stoßüberschlagversuche an Hängeisolatoren kurz erwähnt werden. Bei dem in der Gesamtwirkung geringfügigen Einfluß der Umrechnung aller in den verschiedenen Laboratorien durchgeführten Messungen auf einheitliche Luftverhältnisse ist von dieser abgesehen worden. Die von den einzelnen Versuchsfeldern gemessenen und in Abb. 7 abhängig von der Schlagweite



Kurve Nr.	Überschlagswerte	Wellenform
1	abgeglichene	+ 1,5 40 μs
2	amerikanische Überschlagswerte	— 1,5/40 „
3	EEL—NEMA	+ 1/5 „
4	[nach Electr. Engng. 56 (1937) S. 712]	— 1/5 „
1a	Hescho	+ 1/50 „
2a	Hescho	— 1/50 „
1b	Metropolitank-Vickers	+ 1/50 „
2b	Metropolitank-Vickers	— 1/50 „
5	Hescho	50 Hz
6	Metropol. Vickers	50 Hz

Abb. 7. Mindest-Überschlagstoßspannung und Trocken-Überschlagwechselspannung von Ketten aus Kappenisolatoren abhängig von der Schlagweite.

aufgetragenen Werte der Mindest-Überschlagstoßspannung zeigen hinreichende Übereinstimmung.

Typenprüfung von Freileitungsisolatoren mit Stoßspannung.

Internationale Bestimmungen über die Einführung der Stoßspannungsprüfung für die verschiedenen Geräte einer Hochspannungsanlage sind zunächst nur bei Frei-

leitungsisolatoren in Aussicht genommen. So ist in dem Entwurf¹⁵⁾ allgemeiner IEC-Prüfvorschriften für Freileitungsisolatoren als eine Typenprüfung bei Stützen- und Hängeisolatoren auch die Feststellung der Mindest-Überschlagstoßspannung für positive und negative Polarität vorgesehen. Die Anordnung der Isolatoren bei der Prüfung soll derjenigen im Betrieb möglichst entsprechen. Dabei ist die Leitung durch einen auf jeder Seite des Isolators um mindestens 1 m herausragenden Leiter nachzubilden, dessen Durchmesser möglichst gleich dem der betriebsmäßigen Leitung sein soll. Außerdem ist Vorsorge zu treffen, daß keine Überschlüge von den Leiterenden aus erfolgen.

Zur Nachahmung der stärkeren Beanspruchungen von Isolatoren durch kurzzeitige hohe Gewitterüberspannungen und zwecks Aufnahme der Stoßkennlinie ist als weitere Typenprüfung eine Stoßprüfung mit überschießender Stoßspannung gleichfalls bei der genormten Wellenform 150 μ s beabsichtigt¹⁵⁾. Dabei soll die Stoßspannung zunächst um 20 % gegenüber der Mindest-Überschlagstoßspannung gesteigert und der Isolator mit je 20 Stößen positiver und negativer Polarität beansprucht werden. Diese Prüffolge ist mit jeweils um 20 % gesteigerter Stoßspannung so lange fortzusetzen, bis entweder der Isolator durchschlägt oder die Spannungsgrenze der Stoßanlage erreicht ist; der entsprechende Spannungswert ist anzugeben. Die Kenntnis derartiger Stoßüberschlagswerte ist zur Ermittlung der Stoßfestigkeit der Freileitungen und für die Beurteilung der Frage der richtigen Isolationsabstufung der einzelnen Teile in Hochspannungsanlagen von großer Bedeutung. Außerdem wird eine Durchschlagstoßprüfung von Isolatoren in Luft zur Erfassung der im Betrieb durch Gewitter wirklich auftretenden Beanspruchungen möglicherweise für aufschlußreicher gehalten als die in den einzelnen Ländervorschriften noch vorgesehene Durchschlagsprüfung unter Öl bei Betriebsfrequenz, die in Zukunft gegebenenfalls fortfallen oder höchstens als Ergänzung der Durchschlagstoßprüfung in Betracht kommen könnte.

Einfluß der Luftverhältnisse, insbesondere der Luftfeuchtigkeit, auf die Überschlagspannung von Funkenstrecken und Isolatoren.

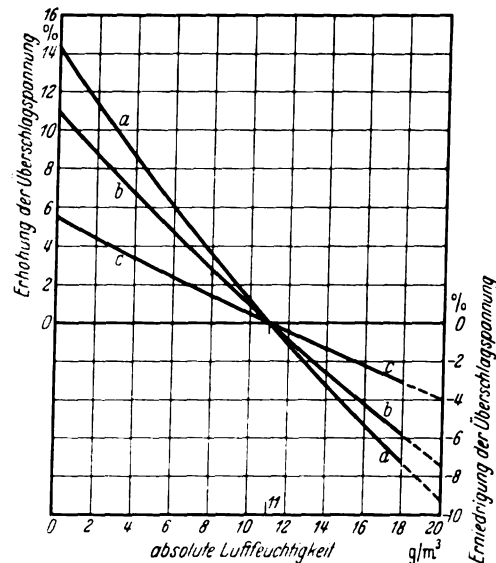
Überschlagswerte von Isolatoren und Funkenstrecken müssen sowohl für Betriebsfrequenz als auch für Stoßspannungen zwecks Vergleichbarkeit unbedingt auf einheitliche Luftverhältnisse bezogen werden. Hierfür ist von der IEC eine Temperatur von 20 °C, ein Luftdruck von 760 Torr und eine absolute Luftfeuchtigkeit von 11 g/m³ festgelegt worden. Überschlagspannungen bei Betriebsfrequenz und Stoß, die bei anderen Werten der Temperatur (t °) und des Luftdruckes (b in Torr) ermittelt wurden, können proportional der Luftdichte δ auf den einheitlichen Bezugswert 20 ° und 760 Torr nach der bekannten Formel: $\delta = \frac{0,385 b}{273 + t}$ umgerechnet werden.

Um auch dem recht erheblichen Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf die Überschlagspannung Rechnung zu tragen, ist von der IEC vorläufig festgelegt worden, daß der während des Versuchs herrschende Wert der absoluten Feuchtigkeit jeweils anzugeben ist. Hinsichtlich des Einflusses der Luftfeuchtigkeit liegen zahlreiche Untersuchungen verschiedener Forscher vor; über die Frage der Berücksichtigung dieses Einflusses sind in den einzelnen Ländern Erhebungen im Gange¹⁶⁾.

Inzwischen können bis zu einer internationalen Regelung Überschlagspannungen, die bei einer von 11 g/m³ abweichenden absoluten Luftfeuchtigkeit gemessen wurden, folgendermaßen auf diesen einheitlichen Bezugswert um-

gerechnet werden, wobei die nachstehenden Angaben¹⁷⁾ für Spitzen-(Stab-)Funkenstrecken, Hängeisolatoren und angenähert auch für andere Isolatorenarten gelten:

1. Bei Überschlagwechselspannungen nach Abb. 8, Kurve a.



Kurve a: Überschlagspannung bei Betriebsfrequenz
 „ b: + 1,5/40 μ s-AIEE bzw. 1/50 μ s-IEC Mindest-Überschlagstoßspannung
 „ c: + 1/5 μ s-AIEE bzw. -IEC Mindest-Überschlagstoßspannung

Gültig für Spitzen-(Stab-)Funkenstrecken und Hängeisolatoren (angenähert auch für andere Isolatorenarten), bezogen auf IEC-Normalluftverhältnisse: 20 °C, 760 Torr, 11 g/m³.

Abb. 8. Kurven zur Umrechnung des Feuchtigkeitseinflusses auf die Überschlagspannung bei einer von 11 g/m³ abweichenden absoluten Luftfeuchtigkeit.

2. Bei Überschlagstoßspannungen:

- a) Positive Mindest-Überschlagstoßspannung der IEC-Stoßwelle 150 μ s nach Abb. 8, Kurve b.
- b) Positive Mindest-Überschlagstoßspannung der IEC-Stoßwelle 1/5 μ s nach Abb. 8, Kurve c.
- c) Für überschießende Stoßspannungen nimmt der Feuchtigkeitseinfluß ab, und zwar kann der nach den Anweisungen unter a) und b) bestimmte Feuchtigkeitseinfluß angenähert proportional der Überschlagszeit umgerechnet werden. Hierbei ist der Korrekturfaktor gleich 1 für die Mindest-Überschlagstoßspannung und der ihr entsprechenden größten Überschlagszeit (von beispielsweise 10 bis 15 μ s), und gleich 0 für eine überschießende Stoßspannung mit der Überschlagszeit von 0,5 μ s zu setzen¹⁸⁾.
- d) Für negative Stoßspannungen ist der Feuchtigkeitseinfluß kleiner als für positive. Als grober Mittelwert kann die Feuchtigkeitskorrektur für negative Überschlagstoßspannungen zu etwa 80 % der für positive Überschlagstoß-

¹⁵⁾ Vgl. Niederschrift R. M. 149 über die Sitzung des IEC-Ausschusses 8, Sommer 1937 in Paris, Anhang II.

¹⁶⁾ Vgl. F. D. Fielder, Electr. J. 32 (1935) S. 547, und die zusammenfassende Darstellung der Meßergebnisse verschiedener Forscher von W. Weicker, Hescho-Mitt. H. 74/75 (1937) und ETZ 58 (1937) S. 513.

¹⁷⁾ Diese mittleren Umrechnungskurven sind gemäß Electr. Engng. 56 (1937) S. 714, Fig. 1 vorläufig in den V. S. Amerika (Vereinigte EEL-NEMA-Ausschuß) für Spitzen-(Stab-)Funkenstrecken und Hängeisolatoren angenommen worden und gelten angenähert auch für andere Isolatorenarten. Zur Verwendung für europäische Verhältnisse sind sie auf IEC-Bezugswerte (20 °, 760 Torr, 11 g/m³) umgerechnet worden.

¹⁸⁾ Vgl. Dowell u. Foust, Gen. electr. Rev. 40 (1937) S. 151, Unterschrift zu Fig. 34.

spannungen gemäß a) bis c) geltenden Feuchtigkeitsskorrektur angenommen werden¹⁹⁾.

3. Überschlagnspannungen unter 140 kV (Scheitelwert). Die hier mitgeteilten Feuchtigkeitsskorrekturen gelten nur für solche Überschlagnspannungen $U_{\bar{u}}$, deren Scheitelwerte über $100 \cdot \sqrt{2} \approx 140$ kV liegen. Für geringere Spannungen sind die unter 1. und 2. angegebenen Korrekturfaktoren sowohl bei Betriebsfrequenz als auch bei Stoßspannung im Verhältnis $U_{\bar{u}}/140$ zu verkleinern.

Messung von Überschlagnspannungen, insbesondere Stoßspannungen, mit der Kugelfunkenstrecke.

Für die Messung von Stoßspannungen ist, falls kein Kathodenstrahloszillograph mit genau geeichtem Spannungsteiler zur Verfügung steht, die Verwendung von Kugelfunkenstrecken unentbehrlich, für die selbstverständlich einheitliche Eichkurven vorliegen müssen. Für Wechselspannungen waren bei der IEC-Tagung 1935 in Brüssel bereits vorläufige Überschlagnwerte festgelegt worden²⁰⁾, denen im wesentlichen die neuen AIEE-Werte²¹⁾ für einpolig geerdete Anordnung zugrundeliegen.

Für Stoßspannungen wurden bei der IEC-Tagung Juni/Juli 1937 in Paris von amerikanischer Seite Eichwerte zur Annahme empfohlen, die bereits in einer Sitzung des IEC-Unterausschusses für Stoßspannungsprüfungen, Arnheim, September 1935, vorläufig angenommen und für die Spannungsmessung bei den oben er-

wähnten Stoßüberschlagnversuchen zugrundegelegt waren. Diese Eichwerte für die Messung von Stoßspannungen mit der Kugelfunkenstrecke werden wahrscheinlich demnächst in Amerika als AIEE-Werte angenommen werden, nachdem sie bereits von D o w e l l und F o u s t in Kurvenform mitgeteilt worden waren²²⁾.

Über die internationale Anerkennung der Kugelfunkenstrecken-Eichkurven für Betriebsfrequenz und Stoßspannung soll die nächste IEC-Tagung im Juni 1938 entscheiden, wozu deutscherseits eine kritische Zusammenstellung der wichtigsten deutschen und ausländischen Meßergebnisse vorgesehen ist²³⁾.

Zusammenfassung.

Über die von der IEC festgelegten Begriffbestimmungen für Prüfstoßspannungen und Kenngrößen für den Stoßüberschlag sowie über die Normung von Wellenformen wird berichtet. Die gebräuchlichen Darstellungsweisen von Stoßkennlinien werden erläutert. Die Ergebnisse der von europäischen und auch deutschen Versuchsfeldern an Stabfunkenstrecken und Isolatoren angestellten Stoßüberschlagversuche werden den abgeglichenen amerikanischen Überschlagnwerten gegenübergestellt. Auf die in einem IEC-Prüfvorschriften-Entwurf für Freileitungsisolatoren in Aussicht genommene Typenprüfung mit der Mindest-Überschlagstoßspannung und mit überschießender Stoßspannung bei der Wellenform $1/50 \mu s$ wird hingewiesen. Für die Berücksichtigung des Einflusses der Luftfeuchtigkeit auf die Überschlagnspannung von Funkenstrecken und Isolatoren werden Anweisungen gegeben. Schließlich wird kurz über den gegenwärtigen Stand der Kugelfunkenstrecken-Eichung für Betriebsfrequenz und Stoßspannung berichtet.

¹⁹⁾ Vgl. F. D. Fielder, Electr. J. 32 (1935) S. 547, Tafel II. Hier nach schwanken die Fielderschen Korrekturwerte für negativen Stoß je nach Isolatorform, Überschlagnzeit usw. in den Grenzen von 60 bis 100% der für positiven Stoß gültigen Korrekturfaktoren.

²⁰⁾ IEC-Veröffentlichung 52 (1935) „Rules for the Measurement of Test-Voltages at Power Frequencies in Dielectric Tests by Sphere-Gaps“ und ETZ 56 (1935) S. 1242.

²¹⁾ Electr. Engng. 55 (1936) S. 783.

²²⁾ Gen. electr. Rev. 40 (1937) S. 144 145.

²³⁾ Hierüber wird demnächst an anderer Stelle berichtet werden.

Vergleich zwischen Tannenbaumstrahler und Parabolspiegel hinsichtlich ihrer Eigenarten bei der Ausstrahlung von Kleinstwellen.

621. 396. 67

Für die gerichtete Abstrahlung von Dezimeterwellen kennt man den Tannenbaum (beam), den Parabolspiegel und den Zylinderparabolspiegel. Der Parabolspiegel ist gegen Wellenlängenänderungen wenig empfindlich, dagegen sehr gegen den Winddruck, der besonders auf hohen Türmen bei einer Windgeschwindigkeit von 50 m/s und 2,5 m Spiegeldurchmesser bis zu 1050 kg betragen kann. Der Tannenbaum liefert zwar bei gleicher Fläche größere Strahlverstärkung, ist aber sehr empfindlich gegen Wellenänderungen. Der Zylinderparabolspiegel steht zwischen beiden. K. Morita und K. Hayashi¹⁾ empfehlen daher auf Grund ihrer Versuche bei 1 m-Wellen den Tannenbaum, darunter den Zylinderparabolspiegel und bei Dezimeterwellen und darunter schon wegen der mechanischen Schwierigkeiten des Tannenbaums den Parabolspiegel. Den hohen Winddruck verkleinern die Verfasser auf etwa 100 kg durch Verwendung eines Drahtnetzes. Normalerweise beträgt der Winddruck $P = c \cdot 0,5 \gamma/g \cdot v^2 F$, wobei $\gamma = 1,293 \text{ kg/m}^3$ das spez. Gewicht der Luft ist und F die Öffnungsfläche bedeutet. Der Koeffizient c beträgt etwa 1,3. Bei nicht zu engmaschigen Netzen andererseits ist $c = 0,95$ und F gleich der auf die Öffnung projizierten Drahtfläche zu setzen. — Aus Kupferblech von 0,2 mm Stärke bzw. Drahtnetz aus 0,7 mm-Drähten in Sechseckmuster (Größe dem kleinen Finger entsprechend bzw. dreimal so groß), wurde je ein Parabolspiegel von 40 cm Brennweite und 160 cm Brennendurchmesser für rd. 53 cm Wellenlänge gebaut. Ebenso ein Zylinderparabolspiegel 160×160 cm und 40 cm Brennweite. Um Vertikalstrahlung zu vermeiden, erhielt er 6 Halbwellendipole in der Brennachse hintereinandergeschaltet. — Der Tannenbaum bestand aus 42 Elementen (6 vertikal in Reihe,

7 parallel) von je 26,5 cm Länge und 2 mm Stärke. Der Gesamtscheinwiderstand entspricht einem Halbwellendipol bei Speisung vom Ende. Als Sender diente ein 4-Spalt-Magnetron von 40 W Eingang und ein Elektronenoszillator von 80 W Eingang bei Wellen zwischen 40 und 80 cm, der Empfang wurde durch Halbwellendipol und Vakuumthermokreuz beobachtet. Die Versuche fanden auf dem Dach der Universität statt, wobei der Abstand Sender—Empfänger etwa 19 Wellenlängen betrug. Die Richtcharakteristiken der verschiedenen Parabolspiegel ergaben sich als fast gleich, die des Zylinderparabolspiegels ist (die Verfasser vermuten wegen nicht zureichender mechanischer Genauigkeit) etwas schlechter. Der Tannenbaum besitzt vermutlich wegen der ungeraden Elementzahl eine scharfe 90°-Spitze. Der Parabolspiegel hält 20% Wellenänderung, der Tannenbaum aber nur 5% ohne Charakteristik-Verschlechterung aus. Die Verstärkung ergibt sich aus nachfolgender Zahlentafel:

	Verstärkungsgrad in D-zähl	
	gemessen	berechnet
Tannenbaum	13,3	19,0
Massiv-Parabolspiegel	13,1	13,4
„ engmaschig	10,8	—
„ weitmaschig	10,5	—
Spiegelgestell allein	9,4	—
Zylinderspiegel	5,3	—

Der Tannenbaum wird in seiner ganzen Fläche von starken Strömen durchflossen, beim Parabolspiegel nehmen sie mit zunehmender Entfernung von der Brennebene immer mehr ab, daher die größere Verstärkung eines richtig bemessenen Tannenbaums gegenüber einem gleich großen Parabolspiegel. Kur.

¹⁾ K. Morita und K. Hayashi, Electr. J. Tokio 2 (1938) S. 16; 4 S., 7 Abb.

RUNDSCHAU.

Elektrische Maschinen.

621. 313. 2. 017. 4 Zusatzverluste in Gleichstrommaschinen infolge der Kommutierung¹⁾. — Bei Wechselstrommaschinen ist es allgemein üblich, die Leiter, die eine große Höhe in Richtung der Nut erhalten müßten, mit Rücksicht auf die Stromverdrängung in mehrere Leiter zu unterteilen und in geeigneter Weise in der Nut oder im Wickelkopf zu verdrehen. Über die zu erwartenden Zusatzverluste für verdrehte und unverdrehte Wicklungen liegen für einschichtige und zweischichtige Wechselstromwicklungen erschöpfende Abhandlungen vor²⁾. Bei Einphasen-Bahnmotoren hat man in Deutschland zur Verringerung der durch die Kommutierung bedingten Zusatzverluste verdrehte Leiter ausgeführt³⁾. Ihre Vermeidung ist auch bei Gleichstrommaschinen von großer Wichtigkeit, wenn eine gute Werkstoffausnutzung (hoher Strombelag) erzielt werden soll. Der Strom in einem Leiter einer Gleichstrommaschine I_c verläuft unter der Voraussetzung geradliniger Kommutierung zeitlich nach einer trapezförmigen Kurve mit

der Grundfrequenz $f = \frac{p \cdot n}{60}$ (p Polpaarzahl, n U/min). Die

Durchflutung einer Spulenseite i mit n_a nebeneinander liegenden Leitern läßt sich durch eine Fourierreihe ausdrücken:

$$i = \frac{4}{\pi} n_a I_c \left[\frac{\sin \beta}{\beta} \frac{\sin(n_a \psi)}{n_a \sin \psi} \sin(2\pi f) + \dots + \frac{1}{n} \frac{\sin(n\beta)}{n\beta} \frac{\sin(n_a \psi n)}{n_a \sin(n\psi)} \sin(2\pi f n) + \dots \right].$$

Herin ist 2β die ideelle Bürstenbreite bezogen auf zwei Polteilungen (2π) und 2ψ die Kommutatorteilung bezogen auf zwei Polteilungen (2π). Diese Durchflutung i der Spulenseite bestimmt den Streufluß der Nut und damit die zusätzlichen Verluste. Durch die obige Reihenentwicklung ist die Berechnung der Kommutierungsverluste auf die Berechnung der zusätzlichen Verluste von Wechselströmen zurückgeführt, so daß die hierfür bekannten Formeln übernommen werden können. Diese werden auf die einzelnen Fouriersummanden angewendet und die zusätzlichen Verluste addiert. Dieses Berechnungsverfahren, das von Hanney⁴⁾ ausgebaut worden ist, wird auf einen 8poligen Gleichstrommotor für 258 kW, 325 U/min (Grundfrequenz $f = 21,6$ Hz) angewandt. Jede Spulenseite der Nut enthält drei nebeneinander liegende Leiter 2,9 · 26,5 mm. In diesem Fall wird der mittlere Wirbelstromfaktor der Nut $K = 3,12$. Unterteilt man den Leiter von 26,5 mm Höhe in 4 Einzelleiter, die nur auf der Kommutatorseite, jedoch nicht auf der Gegenseite miteinander verlötet sind, so sinkt der Wert auf $K = 2,25$. Die Verringerung der Lastverluste durch die Unterteilung beträgt also 40%. Bemerkenswert ist, daß die Wirbelstromfaktoren der Grundwelle ($f = 21,6$ Hz) wesentlich kleiner als die oben angegebenen Werte sind (1,97 statt 3,12 bzw. 1,28 statt 2,25). Die Ursache für die Differenz liegt in den höheren Harmonischen der Kommutierungskurve. [M. Ch. Galmiche, Bull. Soc. franç. Electr. 7 (1937) S. 1211; 11½ S., 5 Abb.] Pz.

621. 313. 017. 73 Einschaltdauer und Überlast im aussetzenden Betrieb. — Die Ergebnisse der Untersuchung sind in einem Schaubilde zusammengestellt, welchem die bei verschiedenen Überlasten zulässigen Einschaltzeiten entnommen werden können. Als unabhängige Veränderliche wurde das Produkt ($n_2 t_1$) benutzt, worin n_2 den durch einen Abkühlungsversuch bei vollständig entlasteter Maschine bestimmten Temperaturkoeffizienten in der Nähe der normierten Übertemperatur von 60° C bedeutet, während t_1 die Dauer der Belastungszeit in Minuten ist. Es ergibt sich, daß die gewöhnlich

zugrunde gelegte Beziehung: Einschaltdauer in % = 100 × Dauerlast nur für eine unendlich kleine Dauer des Arbeitsüberlastes gilt, während die tatsächliche Einschaltdauer bedeutend kleiner als dieser theoretische Wert sein kann, und zwar um so kleiner, je kleiner die Maschine (je größer also n_2) und je größer die Belastungszeit t_1 ist. Bei den jetzt im Gange befindlichen Normungsbestrebungen für Schweißmaschinen sollten daher diese Verhältnisse berücksichtigt werden. In diesem Zusammenhange sollte auch nicht die in der Arbeit klargelegte große Bedeutung geringer Eisenverluste bei Maschinen für aussetzenden Betrieb für den zur Verfügung stehenden Arbeitsbereich ($I_{\max} - I_{\min}$) übersehen werden. Das Schaubild wird auch bei der Vorausberechnung sowie bei der Durchführung von Erwärmungsmessungen gute Dienste leisten (z. B. zur rohen Bestimmung der zu verschiedenen Überlasten gehörenden maximalen Belastungszeiten, nach welchen die höchstzulässige Übertemperatur von 60° C erreicht wird). [A. J. Schmidek, Arch. Elektrotechn. 32 (1938) H. 4.]

Geräte und Stromrichter.

621. 318. 387 Elektromagnet mit konstanter Zugkraft bei großem Hub. — C. A. Traenkle beschreibt einen neuen Elektromagneten (Abb. 1), den er Ringmagnet nennt. Es wird

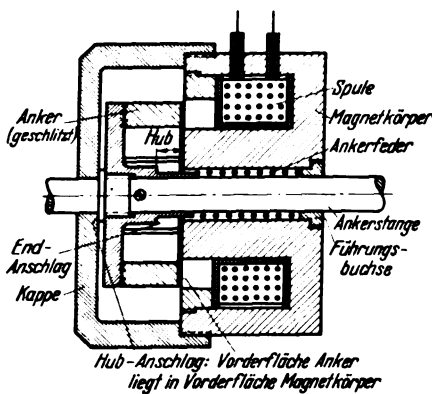


Abb. 1. Ringmagnet.

in bekannter Weise aus dem Energiegesetz die Zugkraft für gegebene Abmessungen berechnet. Unerwünschte seitliche Zugkräfte werden bei dieser Konstruktion durch besondere Maßnahmen vermieden, da sie nur die Reibung vergrößern würden. Mit dem neuen Magneten wurde eine Zugkraft von 2,8 kg mit 675 AW. erreicht, wobei die Induktion im Luftspalt 11 000 Gauß beträgt. Es wird dann der Bewegungsvorgang untersucht. Die hier auftretenden Differentialgleichungen sind nicht durch elementare Funktionen lösbar, da sie quadratisch sind. Der Verfasser versucht dann unter gewissen Voraussetzungen eine Näherungslösung, und schließlich wird das Berechnungsverfahren noch dadurch erweitert, daß auch die Verlängerung der Schaltzeit durch die entstehenden Wirbelströme mit der gleichen Annäherung berechnet wird. Aus einer Vergleichstafel ergibt sich, daß die gemessenen Werte bei größeren Zeiten bis zu 15 und 20% von den vorausberechneten Schaltzeiten abweichen, womit man praktisch in vielen Fällen zufrieden sein wird.

Allgemein sei zu dieser Arbeit vermerkt, daß der Verfasser kein Schrifttum anführt. Die Grundlagen der Berechnung sind schon in einem Buch dargelegt¹⁾. Der Magnet gehört zu den Schubmagneten, deren Eigenschaft ist, daß der Anker sich parallel zum Luftspalt bewegt. Die grundsätzliche Form wurde schon in anderen Zeitschriften besprochen²⁾. [C. A. Traenkle, Z. Instrumentenkde. 58 (1938) S. 26; 15 S., 21 Abb.] J.

¹⁾ E. Jasse, Die Elektromagneten, Julius Springer, Berlin 1930.

²⁾ ETZ 23 (1902) S. 131. Elektrotechn. u. Masch.-Bau 25 (1910) S. 893.

¹⁾ Richter, Elektrische Maschinen Bd. 1. S. 254. Julius Springer, Berlin.
²⁾ Field, Proc. Amer. Inst. electr. Engrs. 24 (1905) S. 659; Richter, ETZ 26 (1905) S. 1038; Richter, Elektrische Maschinen Bd. 1. S. 239; Rogowski, Arch. Elektrotechn. 2 (1913) S. 81; Richter, Arch. Elektrotechn. 2 (1913) S. 518, 4 (1915) S. 1, 5 (1916) S. 1; Hillebrand, Arch. Elektrotechn. 3 (1914) S. 111.
³⁾ Töfflinger, ETZ 58 (1937) S. 1001 u. 1030.
⁴⁾ Hanney, J. Amer. Inst. electr. Engrs. 71 (1932) S. 266.

Fernmeldetechnik.

621. 395. 1. 017 Eine Theorie der Verluste in Fernsprechanlagen. — Die Verkehrsleistungen von Fernsprechanlagen und -wählern werden heute zum Teil auf Grund empirisch gefundener Schaulinien, zum Teil mit Hilfe theoretischer Berechnungsverfahren ermittelt. Die ersten umfangreichen Messungen, die als Grundlage für die empirischen Linien dienten, sind von M. Langer 1924 durchgeführt worden. M. Langer hat aber Schaulinien nur bis zu 5% Verlust angegeben. Darüber hinaus war man auf theoretische Berechnungsverfahren angewiesen, die aber — wie die Messungen bestätigen — sehr wesentlich von der Wirklichkeit abweichende Ergebnisse zeigten und daher praktisch nicht angewendet werden können.

Das Problem der Berechnung der Leistungen bei bestimmten hohen Verlusten ist gerade heute sehr stark in den Vordergrund gerückt. Es wird z. B. im automatischen Fernsprechtweitverkehr wegen der kostspieligen Leitungen ein hoher Verlust zugelassen, um eine möglichst hohe Leistung der Leitungen zu erhalten. Für die Berechnung dieser hohen Verluste fehlen sowohl theoretische als auch empirische Unterlagen gänzlich. Die Ausführungen von Messungen für dieses Gebiet sind außerordentlich schwierig, da sie sehr kostspielig sind und vor allem geeignete Objekte hierfür fehlen.

Fr. Hahn entwickelt ein Berechnungsverfahren mit Hilfe der Gesetze der Wahrscheinlichkeitsrechnung, das es gestattet, Verluste jeder Höhe bei jeder Zahl von Leitungen in vollkommenen Bündeln zu berechnen. Es wird die bekannte Bernoullische Gleichung und das Theorem von Bayes angewendet.

Die besonderen Merkmale des neuen Berechnungsverfahrens sind der Ausgang vom Angebot und das Einsetzen der halben Hauptverkehrsstunde, statt der bisher üblichen ganzen Hauptverkehrsstunde. Die so errechneten Schaulinien liegen, wie gezeigt wird, sehr gut in den Meßpunktbildern. Diese sind zum Teil aus dem Schrifttum entnommen, zum Teil stammen sie von Messungen des Verfassers. Die neue Berechnungsart füllt eine empfindliche Lücke in der Fernsprechtechnik aus.

Bei der Auswertung der Messungen wurde eine empirische Formel gefunden, die es ermöglicht, die für die Verkehrsbeurteilung so wichtige Gefahrzeit durch Messen der Leistung nur des letzten Ausgangs eines vollkommenen Bündels zu ermitteln. [F. Hahn, Dissertation T. H. Berlin 1937.] *eb.*

621. 395. 63 Ein neues Anrufsystem für Gesellschaftsleitungen. — Für den Einzelanruf mehrerer längs einer einzigen Leitung angeschlossenen Sprechstellen sind u. a. Verfahren gebräuchlich, bei denen als Rufzeichen entweder eine unterschiedliche Anzahl von Stromstößen oder Stromstöße verschiedener Dauer gesandt werden. Diese Stromstöße wirken bei allen an die Leitung angeschlossenen Sprechstellen gleichzeitig auf Schaltglieder, die die erhaltenen Stromstöße in der Weise auswerten, daß nur der Wecker der gewünschten Sprechstelle anspricht. Diese Verfahren haben den Nachteil, daß die Rufzeichen mit einer verhältnismäßig hohen Spannung gesandt werden müssen, wenn eine größere Zahl von Sprechstellen angeschlossen ist. Das neue Verfahren, das in Frankreich schon verschiedentlich für Eisenbahnfernsprechanlagen eingebaut worden ist, vermeidet diese Nachteile durch Anwendung eines Rufzeichenempfängers, der von der mechanischen Resonanz Gebrauch macht. Der Empfänger besteht im wesentlichen aus einer Spule, in deren Innern ein drehbares Magnetssystem angeordnet ist, das im Ruhezustand mittels einer Spiralfeder in der Nulllage gehalten wird. Die Eigenschwingungen der beweglichen Systeme der verschiedenen zu einer Leitung gehörenden Empfänger sind unterschiedlich bemessen. Die von der Sendestelle gegebenen Rufzeichen bestehen aus einer Reihe von Stromstößen, die in ihrem Rhythmus jeweils auf die Eigenschwingung des Empfängers der gewünschten Sprechstelle genau abgestimmt sind. Dadurch wird erreicht, daß nur derjenige Empfänger zu genügend großen Schwingungsweiten aufgeschaukelt wird, dessen Eigenschwingung mit dem Rhythmus der gesandten Stromstöße übereinstimmt. Bei einem Ausschlag von etwa 90° schließt der gewünschte Empfänger einen Kontakt und schaltet dadurch den Wecker ein. Der Sender enthält für jede zu rufende Sprechstelle eine Taste und einen auf den Rufzeichenrhythmus abgestimmten Unterbrecher. Die Unterbrecher sind ähnlich wie die Unruhen in Taschenuhren, aber etwas größer, ausgeführt. Solange sich die zugehörige Taste in der Ruhelage befindet, ist die Feder der Unruhe gespannt. Beim Drücken der Taste pendelt die Unruhe und schließt bei jedem Ausschlag einen Kontakt, über den ein

Stromstoß auf die Leitung gesandt wird. Mit solchen Anordnungen können bis zu 10 Sprechstellen mit Gleichstrom selektiv gerufen werden, wobei als Stromquelle drei Elemente ausreichen. Falls bis zu 20 Sprechstellen an eine Leitung anzuschließen sind, kann die Polung der Gleichstromstöße als weiteres Unterscheidungsmerkmal ausgenutzt werden. Für noch umfangreichere Anlagen werden zur weiteren Unterscheidung Wechselströme verschiedener Frequenz angewendet. Die Empfänger werden in diesem Fall durch elektrische Schwingungskreise und Trockengleichrichter ergänzt. [R. Dreyfus, Rev. gén. Electr. 42 (1937) S. 759; 6 S., 10 Abb.] *Zsch.*

621. 396. 1. (436) Die Funktelegraphie in Österreich. — Der Aufsatz behandelt den Ausbau der österreichischen Einrichtungen für den zwischenstaatlichen Funktelegraphendienst. Das Netz der österreichischen Funkverbindungen (Radio-Austria AG.) mit den europäischen Staaten ist besonders umfangreich. Insgesamt werden 18 europäische und 3 Verbindungen nach anderen Erdteilen betrieben. Sende- und Empfangsanlagen sind nach neuzeitlichen Gesichtspunkten erweitert und verbessert worden. Die Sendeanlage Deutsch-Altenburg verfügt über 3 Langwellen- und 7 Kurzwellensender. Auf einige Besonderheiten der Stromversorgungs- und Antennenanlagen wird hingewiesen. Das gleiche gilt für die Beschreibung der Empfangsanlagen in Laaerberg, wobei als besonders vorteilhaft die Verwendung von Kurzwellenempfängern bezeichnet wird, deren Zwischenfrequenzstufen so ausgebildet sind, daß sie auch für den Empfang von Langwellen benutzt werden können. Die Wirkung der Aufnahme mit Doppelundulator über zwei getrennte Empfangssysteme zur Unterdrückung starker Schwunderscheinungen wird erläutert.

Abschließend geht der Verfasser auf die Einrichtungen der Funkbetriebszentrale in Wien mit den Arbeitsplätzen für den Sende- und Empfangsdienst ein und schildert die Abwicklung des Betriebsdienstes selbst, der keine Besonderheiten aufweist. [M. Benesch, Elektrotechn. u. Masch.-Bau 56 (1938) S. 29; 4 1/2 S., 9 Abb.] *mg.*

Verkehrstechnik.

621. 333. 002. 3 Ausnutzung von Baustoff und Raum bei hochbeanspruchten Bahnmotoren. — Die wichtigsten für Entwurf und Ausführung des Bahnmotors geltenden Gesichtspunkte werden kurz beschrieben. Dann wird gezeigt, wie durch weitere Entwicklung bestimmter Einzelheiten die Ausnutzung von Raum und Gewicht verbessert werden konnte. Die Isolation konnte durch Verwendung von Glimmer und Asbest bei gleicher dielektrischer Festigkeit dünner gehalten werden. Das ermöglichte die Unterbringung von mehr Kupfer, ergab bessere Kühlung und höhere zulässige Erwärmungen. Trapezförmige oder abgestufte Nutenquerschnitte ermöglichen ebenfalls die Verwendung stärkeren Kupfers, namentlich bei Ankern mit kleinen Nutenzahlen. Voll ausgenutzt werden kann dieser Fortschritt jedoch nur dort, wo die Güte der Stromwendung einen höheren Strombelag zuläßt. Die Kupferzusatzverluste spielen wegen der höheren Ankerfrequenz neuzeitlicher Motoren eine größere Rolle: Sie werden durch Unterteilung der Ankerstäbe bekämpft. Rücksicht auf Stromwendung und Feldregelung wird vielleicht in Zukunft auch beim Gleichstrombahnmotor zur Anwendung von Kompensationswicklungen führen. Beim Bau der Kommutatoren ist höchste Sorgfalt erforderlich. Die mit diesen und anderen Mitteln innerhalb der letzten 20 Jahre erreichten Fortschritte in der Ausnutzung von Bahnmotoren werden durch ein Schaubild dargestellt. [M. Rossignol, Bull. Soc. franç. Electr. 7 (1937) S. 1185; 13 1/2 S., 3 Abb.] *Tf.*

621. 335. 3. 033. 46 Akkumulator-Lokomotiven für die Londoner Verkehrsgesellschaft. — Die Londoner Verkehrsgesellschaft hat kürzlich die erste von neun Akkumulator-Lokomotiven, die zum Bau neuer Anlagen und zur Streckenunterhaltung dienen sollen, in Betrieb genommen. Die Lokomotive hat ein Gewicht von etwa 54,5 t und eine Länge von rd. 16,5 m über Puffer gemessen. Die Länge der Drehgestelle beträgt rd. 2,1 m. Die Lokomotive besitzt 4 Motoren von je 110 kW Stundenleistung bei einer Spannung von 600 V. Die Batterie besteht aus 160 Zellen und hat ein Gewicht von 13 t. Die Kapazität beträgt 768 Ah bei fünfstündiger Entladung. Für die Motoren ist Reihen-, Reihenparallel- und Parallelschaltung vorgesehen.

Für Schienenlegung neuer Strecken besteht die zu befördernde Last aus 5 Schienen-Transportwagen mit 95 t Eigengewicht und 126 t Gesamtgewicht, sowie aus 2 Plattform-Wagen

mit 35 t Eigengewicht und 71 t Gesamtgewicht. Zwei gekuppelte Lokomotiven sind in diesem Zug von der Wagenhalle zur Baustelle zu bringen. In einem Fall beträgt das Gefälle 53 m auf einer Länge von rd. 2,4 km. Im anderen Fall ist eine Steigung von rd. 9 m auf eine Entfernung von 7,8 km zwischen Wagenhalle und Baustelle vorhanden. Die Lokomotive muß auf der Baustelle den Zug zentimeterweise verschieben, und zwar auf einer Strecke, die eine Steigung von 1:30, unregelmäßige Kurven auf ungleichem Niveau hat und bei der zahlreiche Schwellen gegeneinander um etwa 1½ cm höher oder tiefer liegen. Beim Verlegen von Stromschienen beträgt die von zwei Lokomotiven zu befördernde Last 200 t und die Strecke, die ohne Beeinträchtigung des bestehenden Verkehrs von der Wagenhalle bis zur Baustelle zu befahren ist, rd. 11 km. Die Lokomotiven sollen auf der Baustelle den Zug 44mal um je 18 m verschieben, wobei am Ende einer jeden Verschiebung abgeladen wird. Die Rückfahrt wird mit einer Anhängelast von 100 t ausgeführt. Diese Arbeiten werden sämtlich mit Strom aus den Batterien ausgeführt und nehmen etwa 12 Std. in Anspruch. Zur Kabelverlegung befördert eine einzelne Lokomotive eine Anhängelast von 100 t mit einer Geschwindigkeit von etwa 4,8 km/h ohne Parallelschaltung von Batteriegruppen. Beim Einsatz der Lokomotiven für normale Unterhaltungsarbeiten auf der Strecke erreichen zwei gekuppelte Einheiten bei einer Anhängelast von 250 t eine mittlere Geschwindigkeit von etwa 48 km/h in der Ebene, wenn der Strom der Stromschiene mit 600 V entnommen wird. Bei Stromentnahme aus der Batterie beträgt die Geschwindigkeit etwa 24 km/h. Im allgemeinen fährt der Zug von der Wagenhalle bis zur Baustelle, an der die Arbeiten beginnen, mit Strom aus der Stromschiene. Die Kapazität der Batterie reicht für 60 Fahrten von je 800 m Länge aus. [Electr. Rev. 122 (1938) S. 104; ½ S., 1 Abb.] Rgr.

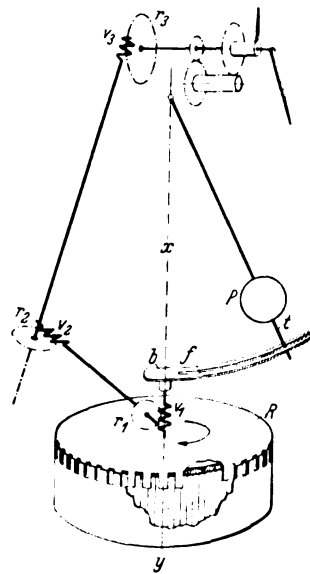
Meßgeräte und Meßverfahren.

531. 789. 1 : 621. 317. 785. 001. 4 **Torsionswaage zur Prüfung von Zählern.** — Zur unmittelbaren Einzelmessung der Fehler verursachenden Drehmomente (durch Reibung, Stromdämpfung, Spannungsdämpfung) z. B. in Abhängigkeit von der Drehzahl wird die Verwendung einer Torsionswaage empfohlen und das Gerät beschrieben. Der Zähler ohne Bremsmagnet wird unter Verwendung eines geeigneten Rahmens an einem Stahldraht so aufgehängt, daß Zählerachse und Aufhängedraht in einer Linie liegen. Wird die Zäblerscheibe durch ein äußeres Drehmoment (Luftstrom) in gleichförmige Drehung versetzt, so ist z. B. auch das Lager (Reibung) dem Antriebsmoment ausgesetzt. Der Aufhängedraht verdreht sich, bis sein Drehmoment dem Antriebsmoment das Gleichgewicht hält. Aus dem Verdrehungswinkel kann in bekannter Weise das Drehmoment bestimmt werden. Die Konstante der Torsionswaage läßt sich aus zwei Schwingungsversuchen wie angegeben ermitteln. Die mittels der Torsionswaage aufgenommenen Reibungsmomente zweier Zähler und die über Reibung, Strom- und Spannungsdämpfung Aufschluß gebenden Meßwerte von Wechselstromzählern mit Maximumzeiger sind dargestellt und kritisch betrachtet. — Das Verfahren ermöglicht eine genauere Messung der einzelnen Fehlermomente, als es z. B. das Auslaufverfahren gestattet. [H. W. L. Bruckman und M. F. Reynst, Elektrotechn. u. Masch.-Bau 55 (1937) S. 609; 4 S., 5 Abb.] Plr.

621. 313. 323 : 529. 78 **Eine neue Synchronuhr mit kurzfristiger Gangreserve.** — In den letzten Jahren ist im In- und Auslande eine Reihe von Synchronuhren mit Gangreserve geschaffen worden; allen diesen Konstruktionen ist gemeinsam, daß sie nicht nur kurzfristige, sondern auch langfristige Unterbrechungen überbrücken. Sie müssen ferner sämtlich mit Selbstanläufermotoren ausgestattet sein, da nach Wiedereinsetzen des Stromes der Motor wieder selbsttätig den Antrieb des Zeigerwerkes übernehmen muß.

Auf der internationalen Tagung für Zeitmeßkunde und Meßtechnik in Paris im Juli vor. Jahres berichtete nun A. Jarry über eine neue in Frankreich gebaute Synchronuhr mit Reserve. Bewußt wird hier darauf verzichtet, die seltener vorkommenden langfristigen Stromunterbrechungen zu überbrücken, bei denen die Uhr stehen bleibt, während kurzfristige Ausfälle den Gang dieser Uhr nicht stören; zu bemerken ist, daß sonst bei den üblichen gangreservelosen Anwerfmotoren oft schon ein nur Bruchteile einer Sekunde dauernder Spannungsrückgang z. B. den Motor außer Tritt bringt und damit zum Stillstand führt. Die neue Anordnung zeichnet sich neben ihrer Einfachheit vor allem dadurch aus, daß statt eines Selbstanläufers ein viel billigerer Anwerfmotor benutzbar ist.

Zu diesem Zweck ist der Läufer nicht, wie üblich, waagrecht, sondern senkrecht gelagert. Auf der senkrechten Läuferachse ($x-y$ in Abb. 2) ist durch Reibung ein Arm b mit einer Schlitzführung befestigt. In dieser Führung f kann sich die Spitze t eines Drehpendels P bewegen, das senkrecht über der



R Läufer
x-y Läuferachse
P Drehpendel
f Schlitzführung
r₁-r₂, r₂-r₃, r₃-r₄ Schneckenübertragung

Abb. 2. Schema der Anordnung.

Läuferachse in einem Säulengestell gelagert, wie ein Zentrifugalregler wirkt. Beim Anwurf des Motors wird durch die Schwingkraft dieses Pendels das Einfallen in die synchrone Drehzahl erleichtert. Während des Synchronlaufs nimmt das Pendel eine bestimmte Lage ein. Bei kurzfristigen Stromausfällen treibt das Drehpendel infolge seiner kinetischen Energie das Zeigerwerk und den Läufer mit der Synchrondrehzahl weiter; bei längerem Stromausfall und dementsprechendem Ausfall neuer Antriebsenergie sinkt das Drehpendel herab, und der Mechanismus bleibt stehen. Nach solchen längeren Unterbrechungen muß die Uhr also wie eine gangreservelose Uhr mit Anwerfmotor in der Zeigerstellung korrigiert und der Motor von Hand aus angeworfen werden. Da solche langfristigen Unterbrechungen im Gegensatz zu den kurzfristigen nur sehr selten vorkommen, hat eine solche Anordnung wegen ihrer Einfachheit für alle Privathausuhren erhebliche Bedeutung, während für Bürouhren usw.

natürlich nur Uhren mit langfristiger Reserve in Betracht kommen. [A. Jarry, Bull. école nat. horlog. Cluses 31 (1937) H. 11, S. 3; 4 S., 3 Abb.] Blz.

621. 317. 785 **Prüfungen und Beglaubigungen.** — Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt erläßt folgende

„Bekanntmachung Nr. 456¹⁾“.

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, werden dem System 190 folgende Elektrizitätszählerformen als Zusatz eingereiht.

Zusatz zu System 190, die Formen DU8st und TDU8st, Induktionszähler für Drehstrom mit Nulleiter, hergestellt von der **Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin**.

Berlin-Charlottenburg, den 8. Oktober 1937.

Der Präsident
der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Stark.“

Beschreibung²⁾:

Die durch die Bekanntmachung Nr. 398³⁾ vom 16. Dezember 1935 zur Beglaubigung zugelassenen Drehstromzähler der Formen DU8 und TDU8 des Systems 190 werden auch in Ausführung mit einer Vorrichtung zur Störungsanzeige unter den Formzeichen DU8st bzw. TDU8st hergestellt und können in dieser Ausführung für die gleichen Nennspannungen, Nennstromstärken und Nennfrequenzen wie die Zähler der Formen DU8 und TDU8 beglaubigt werden.

Die Vorrichtung zur Störungsanzeige besteht aus einer kleinen in den Zähler eingebauten und von außen durch ein Fenster sichtbaren Glühlampe, die zwischen dem Sternpunkt der drei Spannungsspulen und der Nullpunktsklemme des Zählers liegt. Die Glühlampe ist durch eine Kurzschlußleitung überbrückt, die durch einen von außen in Tätigkeit zu

1) Reichsministerialblatt 1937, S. 627.

2) Auszug aus dem Sonderdruck über die Bekanntmachung Nr. 456 der PTR. Zu beziehen durch die Franck'sche Verlagshandlung, Berlin.

3) ETZ 57 (1937) S. 588.

setzenden plombierbaren rückfedernden Druckknopf unterbrochen werden kann, so daß der Kurzschluß aufgehoben wird. Ist eine der Spannungsspulen des Zählers unterbrochen, so leuchtet bei Betätigung des Druckknopfes die Glimmlampe auf. Sind die drei Spannungsspulen in Ordnung, so leuchtet die Glimmlampe bei Betätigung des Druckknopfes nicht auf, da ihr keine nennenswerte Spannung zugeführt wird.

Theoretische Elektrotechnik.

538. 522. 3. 001. 5 Stromkreise mit eisenhaltiger Induktivität. — Das Verhalten elektrischer Stromkreise, in die Drosseln mit Eisenkernen eingeschaltet sind, wird einer rechnerischen Untersuchung zugänglich, wenn es gelingt, die magnetische Kennlinie in einfacher Form analytisch darzustellen. Die schon von anderer Seite benutzte Form $i = \sin b$ läßt sich

durch Reihenentwicklung auch als $i = \frac{q}{\lambda} (1 + \frac{1}{2} q^2 + \dots)$ schreiben; in dieser Form hat sie Biermanns¹⁾ angewandt. Eine einfache Beziehung zwischen i und q erhält man auch,

wenn man $i = \frac{e^{aq} - 1}{a\lambda}$ setzt. Diese Darstellung ist für kleine

Werte von aq mit der Form $i = \frac{\sin aq}{a\lambda}$ identisch. In den Kreis

der Untersuchung werden sowohl einfache Gleich- und Wechselstromkreise, die nur ohmschen Widerstand und Induktivität besitzen, als auch Kondensatorkreise einbezogen. Für den kondensatorlosen Gleichstromkreis ergibt sich, daß die Zeitkonstante nicht nur von L und R , sondern auch noch von der aufgedrückten Gleichspannung abhängig ist, außerdem spielt der Formfaktor der magnetischen Kennlinie, der a genannt wird, eine ausschlaggebende Rolle; an Hand von Kurven wird gezeigt, daß mit wachsendem a die Stromanstiegs-Geschwindigkeit wächst, für $a = 0$ (eisenlose Drossel) nimmt die Strom-Zeit-Kurve die bekannte einfache Exponentialform an. Zu ähnlichen Ergebnissen kommt man bei der Untersuchung des Wechselstromkreises, wo Strom und Drosselspannung außer der aufgedrückten einfachen Sinusschwingung sämtliche ganzzahligen Oberwellen enthalten.

Bei der Betrachtung des Kondensatorkreises kommt man zu dem Ergebnis, daß die Eigenschwingungen elliptischen Funktionen gehorchen, die bekanntlich eine reelle und eine imaginäre Periode besitzen. Es wird die Bedingung für den Einsatz von Schwingungen abgeleitet, die ähnlich aufgebaut ist wie die bekannte Bedingung des Thomsonschen Schwingungskreises ($R < 2 \sqrt{L/C}$), aber noch von dem Formfaktor der magnetischen Kennlinie abhängt. Im Schlußabschnitt der Arbeit wird der Resonanzfall der erzwungenen Schwingung mit der Eigenschwingung des Kondensatorkreises einer eingehenden Untersuchung unterzogen. [W. Taeger, Arch. Elektrotechn. 32 (1938) H. 4, S. 233; 17 1/2 S.]

537. 523. 5. 001 Beitrag zur Minimumtheorie der Lichtbogensäule. Vergleich zwischen Theorie und Erfahrung. — Der Aufsatz zeigt, daß die Bedingung kleinster Brennspannung bei der Lichtbogensäule eine Stabilitätsbedingung ist. Die ursprüngliche Theorie von M. Steenbeck²⁾ wird so erweitert, daß sie zugleich auf Bogensäulen in ruhendem und in schnellströmendem Gas anwendbar ist. In beiden Fällen ergibt sich in erster Annäherung eine Übereinstimmung zwischen Theorie und Messungen. [B. Kirschstein u. F. Koppelman, Wiss. Veröff. Siemens-Werk. 16 (1937) S. 56; 13 S., 6 Abb.]

F. Kp.

Physik.

537. 533 Zerstreuung von Elektronenstrahlen durch eigene Raumladung. — Bei zahlenmäßigen Berechnungen über den Verlauf von Elektronenstrahlen ist es oft erwünscht, die durch die eigene Raumladung des Elektronenstrahls verursachte Durchmesserzunahme genau und schnell zu ermitteln. Die bisher veröffentlichten Berechnungen, die sich auf den Fall des Parallelstrahls beschränken, sind dazu nicht ausreichend, da in praktischen Fällen niemals ein Parallelstrahl, sondern ein unter bestimmtem Winkel zusammen- oder auseinanderlaufender Strahl vorliegt.

¹⁾ J. Biermanns, Arch. Elektrotechn. 2 (1914) S. 8; u. 10 (1922) S. 30.

²⁾ M. Steenbeck, Phys. Z. 33 (1932) S. 809.

Nach einer kurzen Ableitung der Differentialgleichung für die Durchmesseränderung wird die allgemeine Lösung unter Berücksichtigung eines bestimmten Anfangswinkels in der Form

$$A = \int_1^R \frac{dZ}{\sqrt{B + \ln Z}} \quad (1)$$

gegeben, wobei $A = A(x, U_b, j)$ und $B = B_1(U_b, \lg a, I) - B_2(x, \lg a, r_0, I)$ ist. (x Strahllänge, U_b Beschleunigungsspannung des Strahls, I Strom, j Anfangstromdichte, r_0 Anfangshalbmesser, $\lg a$ Anfangsrichtung und $R = r/r_0$ Durchmesserzunahme des Strahls). Da das Integral (1) nicht geschlossen ausführbar ist, wird die zahlenmäßige Lösung in Form von Kurventafeln gegeben, aus denen man in Abhängigkeit von den Hilfsgrößen A und B die Durchmesserzunahme oder -abnahme ablesen kann. Zur Erleichterung der Berechnung von A und B aus den gegebenen Größen ($x, U_b, I, j, \lg a$) sind Nomogramme beigelegt. Eine Reihe von Näherungsformeln ergänzen die Kurventafeln; zwei Zahlenbeispiele erläutern den Gebrauch der Tafeln. Zum Schluß werden die Ergebnisse noch zur Lösung einiger anderer Aufgaben benutzt, so z. B. zur Berechnung vollständig angepaßter Ablenkplatten für Braunsche Röhren und der Abstoßung zwischen zwei nebeneinanderlaufenden Elektronenstrahlbündeln. [B. v. Borries und J. Dosse, Arch. Elektrotechn. 32 (1938) H. 4, S. 221; 11 S., 12 Abb.]

Chemie.

621. 355. 1. 035. 3 Zur Frage der Scheider in Starterbatterien. — Gerade für Starterbatterien, die bekanntlich besonderen Beanspruchungen gewachsen sein müssen, sind die Scheider zwischen den positiven und negativen Platten von größter Bedeutung, und zwar um so mehr, je dünner die Starterplatten im Laufe der Zeit infolge der geforderten Leistungserhöhung der Gesamtbatterie geworden sind. Als Ausgangswerkstoff wird vorherrschend südamerikanisches Zedernholz verwendet, da ein gleichwertiger Ersatz bisher noch nicht gefunden wurde. Der am meisten verwendete Rippenholzseparator bietet bei sachgemäßem Einbau eine vollkommen einwandfreie, stoß- und schüttelfeste Isolation, er verhindert weitgehend das Krümmen der positiven Platten und besitzt einen geringen elektrischen Widerstand. P. J. Moll behandelt eingehend die Herstellung und die Aussichten, andere Hölzer zu verwenden. Es folgen Einzelheiten über den Holzfolienseparator, der sich gut in trockenem Zustand einbauen und aufbewahren läßt, und über den Wellgummiseparator, der trotz seines geringen elektrischen Widerstandes und seiner Unempfindlichkeit gegen Temperaturen für dünne Starterplatten nur in Verbindung mit einem dünnen Holzfolienseparator zu empfehlen ist. Der Hartgummi-Rippenseparator hat nach der Ansicht des Verfassers wenig gute Eigenschaften. Dagegen haben sich die mikroporösen Separatoren in der Praxis gut bewährt, wenn man auf ihre geringe mechanische Festigkeit und auf ihre Feuchtigkeitsempfindlichkeit durch Verkleben der Entgaserstopfen bei Starterbatterien Rücksicht nimmt. Der Verfasser hat dann durch Versuche die tatsächliche Wirksamkeit der verschiedenen Separatorontypen verglichen. Das Ergebnis ist in folgender Tafel zusammengefaßt.

Separatorontyp	langsame Entlad. mit 5 A	Startentladung mit durchschn. 205 A
	Ah	Start-töße ^{*)}
1. Hartgummi-Rippenseparator	69,6	21
2. Wellgummi mit 0,35 mm Holzfolienseparator	72,3	45
3. Wellgummi allein	73,5	59
4. Rippenholzseparator mit stehenden Jahresringen	72,0	51
5. Rippenholzseparator mit liegenden Jahresringen	68,5	29
6. bis 11. sind Wiederholungen		
12. Hartgummi-Rippenseparator plus 0,35 mm Holzfolie	76,0	40
13. Hartgummirippenseparator beiderseitig gerippt	76,8	61
14. Wildermann-Separator	77,0	61

^{*)} Abwechselnd 10 s Start und 10 s Ruhe sowie einige längere Ruhepausen.

Zusammenfassend wird festgestellt, daß ein guter Separator porös, elastisch, druckfest sein und eine filtrierende Wirkung auf den abfallenden Anodenbleischlamm besitzen muß. [P. J. Moll, Batterien 6 (1937) S. 780; 6 S., 1 Abb.] Dmn.

Bei Freiluftanlagen kommt noch erschwerend der Einfluß der Ableitung a an den einzelnen Kondensatorengruppen hinzu. Führt man den Begriff des statischen Nutzungsgrades η als Verhältnis der wirklich erreichten Summenspannung $\sum_{v=1}^N u_{c_v}$ des Generators zu der theoretisch erreichbaren Summenspannung $(N U)$ bei $a=0$ ein, so hängt η bei gegebenem Vorwiderstand r , lediglich vom Verhältnis

$$(a r) = \frac{\text{Ladewiderstand je Stufe}}{\text{Ableitungswiderstand je Stufe}}$$

ab⁴⁾. Mit wachsendem $(a r)$ nimmt η ab, mit sinkendem $(a r)$ nimmt es zu. Da (a) im allgemeinen durch die Luftverhältnisse ebenfalls vorgegeben ist, so kann man also nur durch Herabsetzung des Ohmwertes der Ladewiderstände (r) den Nutzungsgrad des Generators verbessern.

Aus den vorerwähnten Gründen ist es immer zweckmäßig, die Ladewiderstände r nur gerade so groß zu bemessen, wie sie mit Rücksicht auf die längste erforderliche Rückzeitkonstante $\frac{r c}{4}$ der erzeugten Stoßwelle unbedingt sein müssen. Da Stoßwellen mit einer Halbwertdauer von mehr als 1000 μs keine praktische Bedeutung haben, folgt demnach als Bemessungsgleichung für die Ladewiderstände in Abb. 1

$$\frac{r}{2} \leq \frac{2,8 \cdot 10^3}{c} \quad (2)$$

Der wirtschaftliche Wirkungsgrad⁵⁾ eines Stoßgenerators, d.h. das Verhältnis der im Generator statisch aufgespeicherten und damit im Stoß verfügbaren Energie zu der gesamten für die Ladung aufgewendeten Energie, beträgt bei vernachlässigbarer Ableitung unabhängig von der Größe der Widerstände stets 50 %.

3. Die Berechnung der Wellenform eines Stoßgenerators.

Die Hintereinanderschaltung der einzelnen Kondensatorengruppen, welche, im allgemeinen durch die Zündung der untersten Funkenstrecke eingeleitet, den folgenden Stoßvorgang auslöst, vollzieht sich bekanntlich nicht ohne innere Ausgleichvorgänge im Generator. Zur Glättung der entstehenden hochfrequenten Wellenstirn kann man nun entweder Reihendämpfungswiderstände⁶⁾ in den Generator einbauen oder durch Zwischenschaltung einer mit entsprechender Verzögerung arbeitenden Spitzenfunkenstrecke⁷⁾ zwischen Generator und Prüfling dafür sorgen, daß die Eigenschwingungen des Generators abgeklungen sind, ehe die Stoßspannung auf den Prüfling geschaltet wird.

a) Dämpfung der Zündschwingung durch Reihewiderstände.

Die Vorausberechnung der erforderlichen Reihewiderstände auf Grund des Ersatzschemas⁸⁾ der Abb. 3 liefert bei Stoßgeneratoren mit räumlich weit ausgedehnten Bauteilen an einigen wenigen Stufen im allgemeinen nicht sehr befriedigende Ergebnisse, zumal auch die Zündung der einzelnen Zwischenfunkenstrecken oft um Bruchteile von Mikrosekunden gegeneinander verzögert erfolgt. Messungen mit dem Kathodenstrahloszillographen⁹⁾ an einem 3 Mill-V-Stoßgenerator haben gezeigt, daß zur Dämpfung der Zündschwingung des Generators in diesem Falle etwa das Dreifache des theoretisch für die Dämpfung der

Grundschwingung erforderlichen Wertes $R_d \approx 2 \sqrt{\frac{L_s}{C_{s_n}}}$

nötig sein kann. Da andererseits Überlegungen hinsichtlich des Wirkungsfaktors der Stoßanlage auf Grund des vereinfachten Schaltbildes Abb. 4 a für eine bestimmte Wellenform auch einen ganz bestimmten Wert des Verhältnisses $R_d/R_e = C_p/C_s$ fordern⁸⁾, so erweist es sich zur Erreichung einer besseren Spannungsausnutzung bei Höchstspannungsstoßanlagen mit großer Eigenkapazität für Wellen mittlerer Rückendauer ($t_H = 20$ bis 100 μs ; R , einige tausend Ohm) meist als zweckmäßiger, die Generatorschwingung nicht voll auszudämpfen, sondern die ver-

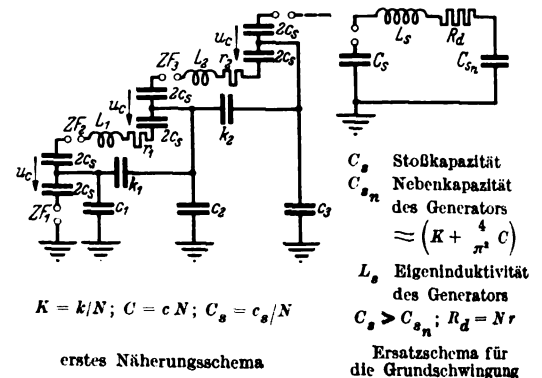


Abb. 3. Zündschwingung eines Stoßgenerators.

bleibenden Spitzen in der Urwelle durch die vorhandene oder eine zusätzliche Belastungskapazität C_p im Außenkreis zu glätten¹⁰⁾. Dabei muß auch diese Kapazität zur Vermeidung von Eigenschwingungen mit der Induktivität L_e der Zuleitungen wieder über einen Widerstand R_d angeschlossen werden. Es ergibt sich so das Ersatzbild Abb. 4 b zur Abschätzung des Stirnverlaufs der entstehen-

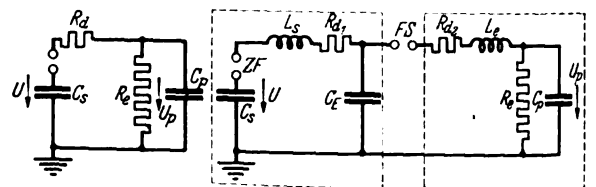


Abb. 4a. Einfachstes Bild.

Abb. 4b. Erweitertes Ersatzbild für $C_p \leq C_E$

Zu Abb. 4a:
 $\eta = U_p/U$
 C_p Nebenkondensität des Generators + Belastungskapazität

Zu Abb. 4b:
 $C_s = c_s/N$ Reihenkondensität der Stoßkondensatoren
 $C_E = C/\alpha$ Eingangskapazität des Stoßgenerators; $\alpha = \sqrt{C/K}$ (vgl. Abb. 3)
 C_p Belastungskapazität des äußeren Entladekreises

R_{d_1} verteilt eingebauter Dämpfungswiderstand im Generator
 R_{d_2} Dämpfungswiderstand im Außenkreis
 R_e Entladewiderstand
 L_s innere Induktivität des Stoßgenerators
 L_e Induktivität des Entladekreises
 ZF Zündfunkenstrecke
 FS Schaltfunkenstrecke

Abb. 4a u. 4b. Ersatzbilder des Stoßkreises.

den Stoßwelle. C_E bedeutet darin die bei steilem Stirnverlauf der Generator-Urwelle im ersten Augenblick für den Außenkreis wirksame Eingangskapazität des Stoßgenerators, welche sich nach Auftrennung sämtlicher Verbindungen zwischen den einzelnen Generatorstufen als Kapazität des obersten Punktes gegen Erde durch Brückenmessung ergibt. Sie führt bei kleinen Belastungskapazitäten (C_p in der Größenordnung von C_E) zu einer erheblichen Versteilung der Stoßspannungsstirn gegenüber dem

⁴⁾ Vgl. R. Elsner, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) S. 672.

⁵⁾ R. Elsner, Dissertation T. H. Berlin 1934.

⁶⁾ Kopellowitch, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 22 (1931) S. 461.

⁷⁾ Vgl. R. Elsner, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) S. 679.

⁸⁾ R. Elsner, Arch. Elektrotechn. 30 (1936) S. 445.

⁹⁾ Blaha, Rev. gén. Electr. 37 (1935) S. 209 u. 245.

¹⁰⁾ R. Elsner, VDE-Fachber. 8 (1936) S. 159.

theoretischen Näherungswert $2R_d(C_{s_n} + C_p)$, wie aus den Beispielen der erreichten Stoßspannungswellen eines 3 Mill-V-Generators¹¹⁾ in Abb. 5 hervorgeht. Eine genaue Berechnung der Wellenstirn mit Hilfe einfacherer Ersatzbilder¹²⁾ ist nur möglich, wenn eine oder mehrere Größen des Schemas der Abb. 4 b gegenüber den übrigen vernachlässigbar klein sind, z. B. bei großer Kapazität des Prüflings (Transformator oder Kabelstücke) für $C_E \ll C_p$ bzw. $C_{s_n} \ll C_p$. Bei sehr gedrangtem äußeren Aufbau kann auch bisweilen die Induktivität L_e unberücksichtigt bleiben. In diesen Fällen kann dann als Ersatzschema ein einfacher Thomsonkreis zugrunde gelegt werden. Auch bei voller Ausdämpfung der Generatorschwingung liefert die Rechnung auf Grund eines einfachen Thomsonkreises noch hinreichend genaue Ergebnisse.

Bei räumlich ausgedehnten Stoßanlagen für hohe Spannungen ist jedoch bei kleiner Prüfkapazität im allgemeinen die Berücksichtigung

sämtlicher Größen des Ersatzbildes Abb. 4 b nötig, weil die Vergrößerung der Kapazität C_p durch zusätzliche Belastungskapazitäten so weit, daß $C_p \gg C_{s_n}$ gilt, bei hohen Spannungen weder wirtschaftlich noch mit Rücksicht auf eine steile Wellenstirn und eine gute Ausnutzung der Stoßanlage empfehlenswert ist. In solchen Fällen ist die Kontrolle der Wellenform mit dem Kathodenstrahloszillographen unerlässlich, da eine genaue Berechnung auf Grund des Schemas der Abb. 4 b recht große mathematische Schwierigkeiten bereitet.

b) Die Spitzenfunkenstrecke als Schaltorgan.

Für Wellen mit sehr kurzer Halbwertdauer sinkt der Wirkungsfaktor großer Stoßanlagen bei Verwendung von Reihendämpfungswiderständen meist so stark ab, daß am Prüfling nur noch ein Bruchteil der Generatorsummenspannung zur Verfügung steht. In diesen Fällen kann die Zwischenschaltung einer Spitzenfunkenstrecke zwischen Generator und Prüfling den Ausnutzungsfaktor der Anlage ganz bedeutend verbessern, da

man dann mit einem gesamten Dämpfungswiderstand im Stromkreis in der Größenordnung des Wellenwiderstandes der Zuleitungen auskommt. Beispiele für 0,5|10 µs- und 0,5 50 µs - Stoßwellen, welche mit Spitzenfunkenstrecke erzielt wurden, zeigt Abb. 6.

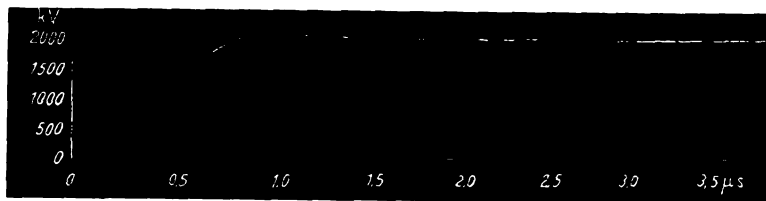
Die Berechnung der Stoßspannungsstirn kann in diesem Falle bei kleinen Belastungskapazitäten und genügend kurzen Zuleitungen wegen des überwiegenden Einflusses der Spitzenfunkenstrecke auf Grund des Toeplerschen Funkengesetzes¹³⁾ erfolgen.

Bei größeren Belastungskapazitäten ist wieder mit einem einfachen Thomsonkreis als Ersatzschema zu rechnen, wobei die Rechnung um so besser mit dem Oszillogramm übereinstimmt, je weniger Dämpfungswiderstand in den Generator selbst eingebaut ist. Bei Verwendung einer Spitzenfunkenstrecke ist noch besonders darauf zu achten, daß der von dem Büschelvorstrom herrührende langsame Anstieg der Stirn vor dem eigentlichen Funkendurchbruch nicht zu hohe Werte annimmt. Ist diese Voraussetzung erfüllt, so kann man in Anlehnung an die neuesten IEC-Bestimmungen¹⁴⁾ mit guter Annäherung als Stirndauer dasjenige Stück bezeichnen, das von der Subnormalen der Verbindungslinie des Knickpunktes in der

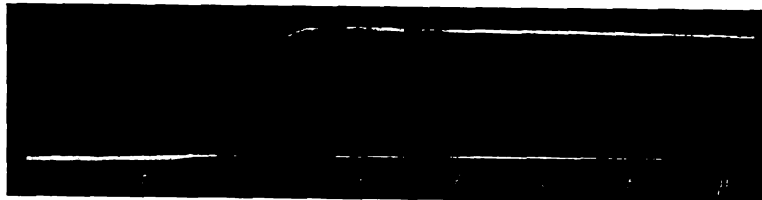
Stirn mit dem Punkt 0,9 U bei Verlängerung bis 0 bzw. U auf der Zeitachse abgeschnitten wird.

Zusammenfassung.

Die auf Grund umfassender theoretischer und experimenteller Untersuchungen bisher gewonnenen rechnerischen Unterlagen für die günstigste Bemessung der elektrischen Größen eines Marxschen Stoßgenerators und seines Entladekreises werden zusammenfassend dargestellt. Im Hinblick auf eine gute Ausnutzung des Stoßgenerators erweist es sich als zweckmäßig, die Ladewiderstände nicht größer zu bemessen als für die längste geforderte Stoßwelle nötig ist. Aus dem gleichen Grunde wird für Anlagen großer Stoßkapazität empfohlen, Oberschwingungen in der Urwelle des Generators nicht voll auszudämpfen,

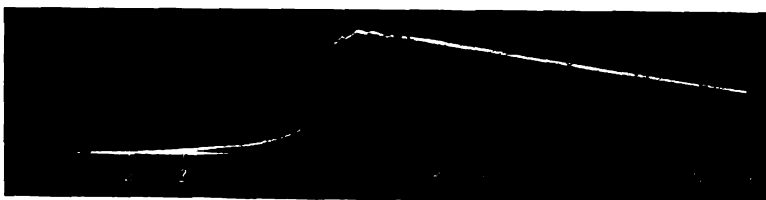


$$C_p = 210 \text{ pF}, \quad C_s = 9600 \text{ pF}, \quad R_{d_1} = 600 \Omega, \quad R_{d_2} = 960 \Omega, \quad R_e = 5600 \Omega, \quad \eta = 0,72$$



$$C_p = 210 \text{ pF}, \quad C_s = 10\,290 \text{ pF}, \quad R_{d_1} = 600 \Omega, \quad R_{d_2} = 600 \Omega, \quad R_e = 5800 \Omega, \quad \eta = 0,78$$

Abb. 5. Durch zusätzliche Belastungskapazität geglättete Wellenstirnen eines 3 Millionen-Volt-Stoßgenerators ($C_{s_n} = 600 \text{ pF}$).



$$C_p = 325 \text{ pF}, \quad R_{d_1} = 460 \Omega, \quad R_{d_2} = 0, \quad R_e = 940 \Omega, \quad \eta = 0,61$$



$$C_p = 50 \text{ pF}, \quad R_{d_1} = 465 \Omega, \quad R_{d_2} = 240 \Omega, \quad R_e = 4450 \Omega, \quad \eta = 0,86$$

Abb. 6. Mit Spitzenfunkenstrecke erzeugte Stoßspannungswellen.

¹¹⁾ J. Rebhan, ETZ 56 (1935) S. 1041.

¹²⁾ N. Lieber, Hesch-Mitt. (1935) H. 71/72, S. 2253.

¹³⁾ M. Toepler, Ann. Phys., Lpz. 21 (1906) S. 193.

¹⁴⁾ Vgl. Niederschrift RM 149 über die Sitzung des IEC-Ausschusses 8, Sommer 1937 in Paris, Anhang I, sowie Schriftstück Nr. 8 (Central Office) 502.

sondern durch zusätzliche Belastungskapazitäten im Außenkreis zu glätten. Für Stoßwellen kurzer Rückendauer kann man den Wirkungsfaktor solcher großer Stoßanlagen weiter verbessern, wenn man eine Spitzenfunken-

strecke als Schaltfunkenstrecke benutzt. Es wird ein konzentriertes Ersatzbild zur Abschätzung des Stirnverlaufs angegeben, bei welchem die Stoßanlage in Generator und Außenkreis aufgeteilt ist.

Neuzeitliche Strom- und Spannungsmesser für Messungen bis zu 1 MHz in der Nachrichtentechnik.

Seit der Einführung der trägerfrequenten Nachrichtenübermittlung erstreckt sich der in der Nachrichtentechnik verwendete Frequenzbereich über einige Megahertz, die benötigten Strom- und Spannungsmesser müssen demgemäß einen entsprechend großen Frequenzbereich und höhere Empfindlichkeit bei einfacher Gestaltung und Bedienbarkeit aufweisen. Diese Forderungen konnten auf Grund der Entwicklung spannungsgeregelter Wechselstrom-Netzanschlußgeräte und besonderer Kupferoxydul-Meßgleichrichter erfüllt

621. 317. 31/. 32. 029. 6
messers (Abb. 1). Die Spitzengleichrichtung wird auch benutzt, um kurzzeitige Spannungsimpulse zu messen. Diese Impulsmesser haben nicht den Effektivwert, sondern tatsächlich den Spitzenwert anzuzeigen, die Ein- und Ausschwingzeiten werden dem Verwendungszweck angepaßt. Die wichtigsten Anwendungsformen sind die als Höchstwertzeiger, Mindestwertzeiger und Aussteuerungsmesser in elektrischen Übertragungsanlagen sowie als Tonmesser, der vor allem in der Rundfunkübertragungstechnik verwendet wird und Spannungsspitzen

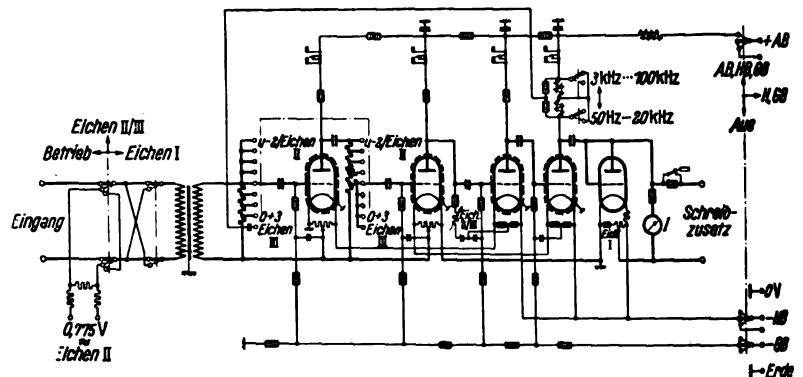


Abb. 1. Pegelzeiger 50 Hz bis 100 kHz.

werden¹⁾. Die entwickelten Meßgeräte werden nach ihrer Gleichrichterart unterteilt. Spannungsmesser mit quadratischer Anzeige sind der Richtspannungszeiger in Verbindung mit Drehspulgalvanometer oder Meßhörer (etwa 30 bis 20000 Hz, 0,1 bis 100 mV) und das geeichte Röhrenvoltmeter (3 mV bis 20 V). Bei beiden Geräten werden Kupferoxydul-Gleichrichter zur Anzeige der Wechselspannung benutzt. Wird die Gleichrichtung durch Kupferoxydul-Gleichrichter nach einer Exponentialkennlinie durchgeführt, so wird ein etwa eine Zehnerpotenz höherer Wirkungsgrad erreicht. Mit hochwertigen Drehspulinstrumenten konnten auf diese Weise kleine und verhältnismäßig stark überlastbare Betriebsmeßinstrumente mit Temperatenausgleich und praktisch vielfach vernachlässigbarem geringem Eigenverbrauch (etwa 30 μ W) hergestellt werden, wie an einem Tonfrequenz-Strom- und -Spannungsprüfer sowie einem kleinen Pegelzeiger für Messungen an Fernsprechleitungen gezeigt ist. Auch Spannungsmesser mit Flächen- oder Knickgleichrichtung (völlig gleichmäßiger Skalenverlauf) wurden für bestimmte Verwendungszwecke geschaffen. Durch Spitzengleichrichtung wird eine Gleichspannung erhalten, die dem Scheitelwert der Wechselspannung verhältnismäßig ist. Hier muß insbesondere die Eigenkapazität des Meßgleichrichters sehr klein gehalten, also die Fläche von Kupferoxydul-Gleichrichtern auf ein Mindestmaß beschränkt werden. Ein neuzeitliches Meßgerät dieser Art mit einem Spannungszeiger (30 Hz bis 1,6 MHz; 0,2 bis 15 V) wird beschrieben. Für besonders hohe Anforderungen bezüglich Frequenzbereichs, großen Skalenbereichs, hoher Genauigkeit, großer Überlastbarkeit und gleicher Skala für sämtliche Geräte, wie sie z. B. für die selbsttätige Aufzeichnung sinusförmiger Spannungen oder Ströme über einen möglichst großen Amplitudenbereich zu stellen sind, wird die Spitzengleichrichtung mittels Röhrengleichrichter gewählt. Ein beschriebener Pegelzeiger (50 Hz bis 100 kHz) mit unmittelbarer Anzeige des Spannungspegels zwischen +3,5 N und -3,5 N (bis -4,5 N bei verminderter Genauigkeit) ist der neuzeitliche Vertreter eines Röhren-Spitzenspannungs-

von nur 10 ms Dauer noch richtig mißt und einen Amplitudenbereich von 1:100 anzeigt. Als Anzeigegerät des Tonmessers dient ein sehr schnell einschwingendes Lichtzeigerinstrument, das im Anodenkreis einer Gleichspannungs-Verstärkerröhre liegt, die von der Kondensatorspannung des Impulsmessers gesteuert wird. Kdn.

Verfahren zum Vermindern des Funkens an Spannungsreglerkontakten.

621. 316. 722. 064. 6. 004. 6

Bekanntlich beruht die Arbeitsweise von Spannungsreglern der Tirrill-Bauart für Gleichstromgeneratoren veränderlicher Geschwindigkeit auf einem im Gleichgewicht zwischen einer stromdurchflossenen Spule und einer Rückstellfeder gehaltenen Hebelanker, durch dessen Lage Kontakte geöffnet oder geschlossen werden, durch die erforderlichenfalls das selbsttätige Einschalten eines zusätzlichen Widerstandes in den Feldwicklungsstromkreis erfolgt. Eine Betrachtung dieses Kreises hinsichtlich der sich ausbildenden Funkenspannung zeigt, daß dieser Widerstand zur Herabsetzung der Kontaktspannung möglichst klein ausgebildet werden müßte; dieser Forderung steht jedoch die Notwendigkeit eines großen Wertes für einen hinreichenden Regelbereich entgegen.

F. G. Spreadbury schlägt nun die weitere Einschaltung eines zur Feldwicklung parallelgeschalteten ohmschen Widerstandes vor¹⁾. Wie eine einfache analytische Untersuchung ergibt, erreicht dann trotz hohen Regelwiderstandes die Funkenspannung wegen der im Feld angeordneten Stromverzweigung kleinere Werte, als ohne einen solchen Feld-Parallelwiderstand. Die Größenordnung dieses Parallelwiderstandes liegt etwa bei den Werten des Regelwiderstandes. Rechenbeispiele und in Abhängigkeit des Erregerstromes aufgenommene Kontaktspannungsmessungen lassen die Verminderung der Spannung an den Kontakten erkennen. Tsch.

¹⁾ Thilo und Bidlingmaier, Siemens-Z. 17 (1937) S. 617; 7 S., 14 Abb.

¹⁾ F. G. Spreadbury, Electrician 120 (1938) S. 3; 1 S., 3 Abb.

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernsprecher: 50 06 51. — Postscheckkonto: Berlin 213 12.**40. Mitgliederversammlung des VDE in Köln/Rhein
vom 22. bis 25. Mai 1938.**

Wir machen darauf aufmerksam, daß die Einladung nebst Anmeldeformular zu unserer diesjährigen Mitgliederversammlung dem Heft 13 der ETZ vom 31. 3. 1938 beigelegt hat.

Das ausführliche Programm ist in der ETZ Heft 12 vom 24. 3. 1938 Seite 323 veröffentlicht.

Verzeichnis der VDE-Arbeiten.

Das neue „Verzeichnis der VDE-Arbeiten“ VDE 0001/1938 nach dem Stande am 1. März 1938 ist erschienen. Es führt alle VDE-Arbeiten auf, die an diesem Tage gültig waren, nennt die Preise der entsprechenden Sonderdrucke und gibt einen Überblick, welche VDE-Arbeiten seit Erscheinen der 21. Auflage des „VDE-Vorschriftenbuches“ in neuer bzw. geänderter Fassung herausgekommen sind.

Das Verzeichnis kann von der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, kostenlos bezogen werden. Den Abonnementsbeziehern von VDE-Arbeiten geht es bei der nächsten Lieferung zu.

Es empfiehlt sich, bei Bestellung von VDE-Sonderdrucken künftig nur noch dieses Verzeichnis VDE 0001/1938 zugrunde zu legen.

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Der Geschäftsführer:

Blendermann

Bekanntmachung.**Ausschuß für Elektromedizin.**

Der Ausschuß für Elektromedizin hatte in ETZ 58 (1937) S. 965 einen Entwurf zu

VDE 0751 „Vorschriften für elektromedizinische Hochfrequenzgeräte zur Diathermie, Hochfrequenzchirurgie, Kurzwellentherapie“.

veröffentlicht. Auf Grund der eingegangenen Einsprüche hat § 23 den nachstehenden Wortlaut erhalten.

Die neue Fassung VDE 0751/II. 38 ist vom Vorsitzenden des VDE im Februar 1938 genehmigt worden und tritt am 1. Juli 1938 in Kraft.

Verband Deutscher Elektrotechniker

Der Geschäftsführer:

Blendermann

VDE 0751/II. 38.**Vorschriften für****elektromedizinische Hochfrequenzgeräte zur Diathermie,
Hochfrequenzchirurgie, Kurzwellentherapie.**

[Sachliche Änderungen gegenüber dem in ETZ 58 (1937) S. 965 veröffentlichten Entwurf.]

§ 23.**Isolationsprüfung.**

a) Nach 24stündigem Liegen in einem Raum mit einer Temperatur von $30 \pm 2^\circ$ und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 90% [siehe § 22 e) von VDE 0720/1937] müssen die Geräte, ohne daß Durch- oder Überslag eintritt, eine langsam gesteigerte Wechselspannung 1 min lang aushalten und zwar:

1. zwischen dem Netzkreis einerseits und dem Behandlungskreis und Gehäuse andererseits: 1000 V,

2. zwischen dem Hochspannungskreis einerseits und dem Netzkreis, dem Behandlungskreis und dem Gehäuse andererseits: die 2-fache sekundäre Leerlaufspannung des Niederfrequenztransformators.

b) Ist der Behandlungskreis mit der Anschlußstelle für die Schutzleitung leitend verbunden, so kann die Prüfung nach a), Ziffer 2, mit der einfachen sekundären Leerlaufspannung des Niederfrequenztransformators erfolgen.

c) Ist der Hochspannungskreis mit der Anschlußstelle für die Schutzleitung leitend verbunden und sind infolgedessen gemäß § 4 c) besondere Sicherungsvorkehrungen (Erdung eines Punktes des Behandlungskreises, Zwischenwand aus Isolierstoff oder dgl.) getroffen, so kann die Prüfung nach a), Ziffer 2, mit der 1,5-fachen sekundären Leerlaufspannung des Niederfrequenztransformators erfolgen. Eine Prüfung mit Eigenerrichtung und entsprechend erhöhter Frequenz ist zulässig. Dabei kann eine als Hochfrequenzgeber dienende Elektronenröhre ungeheizt bleiben oder herausgenommen werden.

d) Bei Isoliergehäusen sind für die Spannungsprüfungen zum Gehäuse die Oberflächen des Gerätes mit Stanniol zu umwickeln.

e) Die zur Prüfung benutzte Stromquelle muß eine Leistung von mindestens 0,5 kVA haben.

f) Zwischen den Abnahmeklemmen sowie zwischen jeder Abnahmeklemme und dem Gehäuse oder Erde darf kein niederfrequenter Strom von mehr als 0,4 mA auftreten (§ 4 b)). Diese Stromstärke darf auch nicht überschritten werden, wenn die Schutzleitung unterbrochen und eine der Netzleitungen geerdet ist (§ 4 a)). Die Prüfung ist so durchzuführen, daß keine hochfrequenten Schwingungen entstehen.

Aus den VDE-Bezirken**Bezirk Berlin-Brandenburg**

vormals Elektrotechnischer Verein E. V.

(Gegründet 1879)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 IV, VDE-Haus.
Fernsprecher: 34 88 85. — Postscheckkonto: Berlin 133 02.**Bezirks- und Fachversammlungen fallen bis Ostern aus!**

Da jeder deutsche Ingenieur sich und seine Arbeit in diesen Tagen in den Dienst des großen Appells an das Deutsche Volk zu stellen hat, fallen bis Ostern sämtliche Bezirks- und Fachversammlungen im Bezirk Berlin-Brandenburg aus.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Die nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um 18⁰⁰ im Jungingenieurzimmer des VDE-Hauses, Charlottenburg, Bismarckstraße 33, statt. Die Teilnahme ist frei. VDE-Mitgliedschaft ist nicht Bedingung:

Allgemeine Elektrotechnik. Leiter: Dr.-Ing. V. Aigner VDE.

7. 4. 1938 Vortragsreihe: Relais in der Starkstromtechnik. 6. Abend: „Die gebräuchlichsten Systeme für die Distanzmessung“, Vortragender: Ingenieur H. Gutmann.

Elektrizitätswerke. Leiter: Oberingenieur Dipl.-Ing. B. J. v. d. Knesebeck VDE.

8. 4. 1938 Vortragsreihe: Berechnung und Bau eines modernen Dampfkraftwerkes. 8. Abend: „Einrichtungen zur Überwachung und Regelung“, Vortragender: Oberingenieur Dipl.-Ing. H. Rabe.

Meßtechnik. Leiter: Dr.-Ing. H. Roekels VDE.

11. 4. 1938 „Automatische Meßbrücken“, Vortragender: W. Geyger VDE. (Dieser Vortrag fiel am 16. 3. 38 aus.)

VDE Bezirk Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein E. V.

Der Geschäftsführer:

Burghoff

Sitzungskalender.

VDE, Bezirk Hansa, Stützpunkt Bremen. 12. 4. (Di), 20¹⁵, Gesellschaftssaal der „Glocke“: „Die Erzeugung und Anwendung von Ultra-Schallwellen“. Dir. Dr. Kunze.

VDE, Bezirk Ruhr-Lippe, Essen. 13. 4. (Mi), 20⁰⁰, Haus der Technik: „Transformatoren mit entzerrtem Magnetisierungsstrom“. Prof. Dr.-Ing. E. Hueter VDE.

VERSCHIEDENES.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

W. Wunder †. — Am 7. März starb Herr Obergeringenieur Wilhelm Wunder VDE. Damit hat die gesamte deutsche Werkstoffkunde einen ihrer interessantesten und erfahrensten, einen ihrer besten Mitarbeiter verloren. Er gehörte zu denen, die die um die Jahrhundertwende in stillen Hochschullaboratorien von Forschern wie Heyn und Tammann entwickelte Wissenschaft vom metallischen Werkstoff mit Begeisterung in den Betrieb und das Werklaboratorium einführten und sie dadurch erst zur fruchtbringenden Auswirkung brachte. Seit dem 1. Juli 1914 war er in dem Kabelwerk der AEG als Leiter des mechanischen Laboratoriums tätig.



W. Wunder.

Wilhelm Wunder gehörte zu jenem Kreis um Heyn, der im Jahre 1919 gegen alle widrigen Zeitumstände die Deutsche Gesellschaft für Metallkunde gründete und somit der jungen Wissenschaft die Plattform für die Durchdringung der deutschen Technik gab. Er war einer der Hauptträger der großen deutschen Werkstoffschau, die dem Auslande zum erstenmal nach dem Kriege vor Augen führte, daß es Krieg und Inflation nicht gelungen war, unseren Lebenswillen und unseren Willen zur technischen Fortentwicklung zu vernichten. Er ist einer der Hauptvorkämpfer für das deutsche Metall Aluminium gewesen¹⁾. In- und Ausland schätzten ihn als den Fachmann, der in seltener Weise wissenschaftliche Erkenntnisse mit einer schier unerschöpflichen Erfahrung verband. Die Berufung in zahlreiche deutsche und internationale Körperschaften und mehrere Ausschüsse des VDE geben von dieser Wertschätzung Zeugnis. Die Fachkollegen schätzten ihn aber darüber hinaus vor allem als den Freund, der stets und gern und ohne Anspruch auf Dank und Ehrung, jedem aus dem reichen Schatz seiner Erfahrung Rat und Hilfe zuteil werden ließ, und auch als den Freund, der nach getaner Arbeit in frohem Kreise echte und b. ste Kameradschaft pflegte.

Dahl.

BRIEFE AN DIE ETZ.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Wissenschaftlichen Leitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Stellungnahme zu den Bemerkungen zum Abschnitt „Relais“ in Heft 41 der ETZ 58 (1937) S. 1128.

Die von mir in dem Aufsatz „Übersicht über den heutigen Stand des Erdschlußschutzes“ in H. 4 der ETZ 58 (1937) S. 101 für den Gestellschlußschutz von Maschinen mit span-

nungsabhängigem Widerstand genannten Werte beziehen sich auf eine bestimmte Ausführung mit Eisen-Wasserstoff-Widerständen. Es sind gemessene Werte. Höhere Werte der Spannung am Relais können bei anderen Ausführungen mit spannungsabhängigen Widerständen oder Verwendung unveränderlicher Spannung, wie z. B. der Sternspannung, erreicht werden. — Ergänzend ist zu bemerken, daß mit keiner dieser Schaltungen ein Erdschluß im Sternpunkt selbst erfaßt werden kann, sondern daß hierfür Schaltungen mit Spannungsverlagerungen erforderlich sind.

Berlin, den 8. 2. 1938.

Hans Titze VDE.

Bemerkungen zum Aufsatz des Herrn K. Kohler in der ETZ 58 (1937) H. 39, S. 1051.

Zu der Arbeit „Graphische Hilfsmittel zur Spannungs-berechnung bei Drehstrom-Freileitungen“ sei folgendes bemerkt:

1. Außer den vom Verfasser zitierten Aufsätzen verdient noch die Veröffentlichung von U. Müller¹⁾ Erwähnung.

2. Zur Ermittlung von $R_0 = 1/(\kappa q)$ bedarf es durchaus nicht eines Nomogramms mit zwei Zapfenlinien und drei Ablesegeraden, wie es in Abb. 6 auf S. 1053 dargestellt ist. Wenn man nicht in Anbetracht der wenigen in Frage kommenden Werte (zwei Leitfähigkeiten, etwa zwölf Querschnitte, also rd. 24 Widerstandswerte) eine kleine Zahlentafel vorzieht, so wird man sich mit Vorteil der altbekannten N-Tafel (bestehend aus zwei parallelen Leitern und einer beide schneidenden dritten Leiter) bedienen. Will man die R_0 -Skala gleichförmig haben, so braucht man nur R_0 und $1/\kappa$ den beiden parallelen Leitern und q der Diagonale zuzuordnen.

3. Für die vom Verfasser angestrebte geschlossene Ermittlung von R'_0 stellt die vorgeschlagene Vereinigung der Tafeln Abb. 5, 6 und 8a mit ihren insgesamt vier Zapfenlinien und sieben Ablesegeraden keineswegs die knappeste Lösung dar. In einem in Heft 1 (1938) der AWF-Mitteilungen²⁾ erschienenen Aufsatz habe ich gezeigt, wie man durch zweckmäßige Umformung der gegebenen Beziehungen eine Fluchtlinientafel erhält, die in übersichtlicher Form unmittelbar den Längswiderstand R'_0 aus dem Leiterquerschnitt, dem Leiterabstand und dem Werkstoff für zwei Frequenzen, und zwar ohne Zuhilfenahme einer Zapfenlinie, ergibt. Um zu einer derartigen geschlossenen Lösung zu gelangen, muß man zwei Gesichtspunkte beachten, denen leider beim Entwerfen von Nomogrammen meist zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt wird:

a) Man muß auf die eigentlichen unabhängigen Veränderlichen zurückgreifen, in unserem Falle auf r (Seilradius), D (Seilabstand) und κ (spezifische Leitfähigkeit).

b) Man muß sich von der zufälligen Form der vorliegenden Beziehung (Auflösung nach der augenblicklich gesuchten Größe) freimachen und diese so lange umformen, bis die für die nomographische Abbildung geeignetste Form gefunden ist.

Die Beziehung für R'_0 bekommt dann folgende Form:

$$R'_0 = \frac{f_1(r)}{\kappa} + c / \lg q (\ln D - \ln r + 0,25).$$

Sie entspricht damit dem Typus

$$\beta = \delta_1 + a (\gamma - \delta_2),$$

worin δ_1 und δ_2 zwei verschiedene Funktionen derselben Veränderlichen bedeuten sollen (κ und f sind hierbei zunächst als konstant angenommen). Dieser Gleichungstypus läßt sich in einer Fluchtlinientafel darstellen, die aus einer geradlinigen Leiter (für a), einer krummlinigen Leiter (für δ_1 , δ_2) und aus zwei Geradenscharen (für β und γ) besteht. Bezüglich der Einzelheiten des Entwurfs und der Tafel selbst sei auf den genannten Aufsatz verwiesen.

Berlin, 5. 2. 1938.

H. Freytag VDE.

¹⁾ U. Müller, „Kurv Tafeln zur schnellen Bestimmung der Übertragungsverhältnisse von Hochspannungsdrehstrom-Freileitungen“, Siemens-Z. 17 (1937) S. 273.

²⁾ AWF-Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung.

¹⁾ Siehe ETZ 45 (1924) S. 1109.

BUCHBESPRECHUNGEN.

517-3

Integralgleichungen. Einführung in Lehre und Gebrauch. Von Prof. Dr. G. Hamel. Mit 19 Abb., VIII u. 166 S. im Format 165 × 240 mm. Verlag Julius Springer, Berlin 1937. Preis geh. 9,60 RM, geb. 12 RM.

Das Buch ist aus Vorlesungen entstanden, die der Verfasser im Außeninstitut der Technischen Hochschule Berlin im Frühjahr 1937 gehalten hat. Die Vorlesungen sollten Herren, die mitten in der Praxis standen, den Weg bahnen in ein eigenartiges Gebiet, das sich an die bekannten Teile der höheren Analysis erst in der jüngsten Zeit angereicht hat und durch den schwedischen Mathematiker Fredholm um die Jahrhundertwende erschlossen wurde. Es ist ausgezeichnet durch die Weite und Tiefe der Aufgabenstellung. Um so verdienstlicher ist es, wie der Verfasser der vorliegenden Schrift von einfachen und wohlbekannten Aufgaben ausgeht und daran die Grundbegriffe entwickelt. Er behandelt dann zunächst die Integralgleichungen zusammen mit den gewöhnlichen Differentialgleichungen erster und zweiter Ordnung, um hierauf zu der unabhängigen Entwicklung der Integralgleichungen überzugehen. Er nimmt dabei den Ausgangspunkt von einer Reihe mit Integralgliedern, die von Carl Neumann bereits 1887 gefunden war. Die Beziehungen der Integralgleichungen zu den partiellen Differentialgleichungen werden insbesondere entwickelt an dem Problem der schwingenden Membran, dem Skineffekt und an der Hilbertschen Begründung der elementaren Strahlungstheorie. Hiernach folgt die Durchführung der Theorie für die symmetrischen Kernfunktionen. Damit schließt der erste Teil des Buches ab. Der zweite Teil bringt dann weitergehende Ausführungen, welche wesentlich die bahnbrechenden Untersuchungen von Fredholm, Erhard Schmidts Theorie der unsymmetrischen Kerne und Hilberts in die höchsten Höhen mathematischer Begriffsbildung emporsteigende Entwicklungen betreffen. Den Ausklang gibt eine Reihe besonderer Aufgaben, zuerst eine Integralgleichung, welche in der Theorie der Tragflügel eine Rolle spielt, sodann die Ableitung der Hertzschen Härteformel aus einer Integralgleichung, die von L. Föppl angegeben wurde, und das Schwingungsproblem von Duffing, woran sich eine kurze Auseinandersetzung über nichtlineare Integralgleichungen reiht. Um dieses Gebiet haben sich besonders Hammerstein und Iglsch verdient gemacht. Die ganze Darstellung, die der Verfasser gibt, hat den großen Vorzug, daß sie auch dem etwas Gutes bietet, der nicht gewillt ist, bis an die äußersten Grenzen der Theorie vorzudringen, zugleich bietet sie darüber hinaus weitere Ausblicke, die erst den ganzen Umfang des Gebietes erkennen lassen. Auf diese Weise dient sie jedem, der dieses mächtige Hilfsmittel der mathematischen Analysis sich aneignen möchte.

H. Timerding.

621. 39 (024)

Taschenbuch für Fernmeldetechniker. Oberg. H. Goetsch. 6. verbess. Aufl. Mit 1126 Abb., XV u. 740 S. im Format 130 × 185 mm. Verlag R. Oldenbourg, München und Berlin 1937. Preis geb. 16 RM.

Die neue Auflage des „Taschenbuchs für Fernmeldetechniker“ ist wieder sehr reichhaltig. Sie entspricht dem neuesten Stande der Technik. So sind in dem Abschnitt „Stromquellen der Fernmeldetechnik“ auch Trockengleichrichter mit den zugehörigen Ladegeräten eingehend beschrieben. Aus dem Abschnitt „Signaltechnik“ seien erwähnt die Erläuterung eines thermoelektrischen Pyrometers sowie die eingehende Darstellung eines optischen Raumschutzes mit unsichtbaren Strahlen; in diesem Abschnitt finden auch die Bahnblockanlagen sowie elektrische Förder-Signalanlagen und Feuermelder den ihnen gebührenden Platz. Recht gut sind die Erläuterungen über Fernmeldeanlagen für den neuzeitlichen Luftschutz (5 kW-Sirenen mit dem zugehörigen Schaltgerät). Die Beschreibung der selbsttätigen Zeitansage, die heute in vielen Ortsfernsprechnetzen angewendet wird, zeigt, daß das Taschenbuch mit der Technik Schritt hält.

Aus dem Teil „Verkehrstelegraphie“ ist zu erwähnen, daß neben den eingehenden Beschreibungen des Springschreibers und der mechanischen Schreibmaschine auch die sogenannten Namengeber und Selbstanschluß-Fernschreibzentralen aufgeführt werden. Das Buch bringt ferner eine ausführliche Darstellung der Bildtelegraphie. Aus dem Gebiet der Fernsprechtechnik wird neben eingehenden Schilderungen der Technik der Fernsprech-Vermittlungsstellen usw. Näheres über die Wechselstromfernwahl und Grundsätzliches über die Tonfrequenz-Fernwahl gebracht. Erwähnung verdient auch die Beschreibung von Lautsprecher- und Großlautsprecheranlagen.

Der Verstärkertechnik ist nach wie vor ein breites Feld eingeräumt worden. Auch die mehrfache Ausnutzung von Leitungen, die Überlagerungstelegraphie, die Tonfrequenztelegraphie, das Trägerfrequenzsystem für Fernkabelleitungen sowie die Breitbandssysteme werden erläutert. Aus dem Kapitel „Beeinflussung von Starkstromleitungen“ ist besonders der Knallgeräuschschutz mit Glimmlampen zu erwähnen.

So bringt die neue Ausgabe des Taschenbuchs wieder einen reichhaltigen Überblick über die gesamte Fernmeldetechnik. Der ausführliche Text und die zahlreich vorhandenen Abbildungen, die oft ins einzelne gehen, machen das Werk zu einem wertvollen Nachschlagebehelf für den Fernmeldetechniker.

Pietsch.

535. 37 : 621. 3

Die Leuchtmassen und ihre Verwendung. Eine Einführung in Fluoreszenz und Phosphoreszenz der festen Körper. Von Dr. Henriette Rupp. Mit 33 Abb., 2 Tafeln, VI und 163 S. im Format 165 × 255 mm. Verlag von Gebrüder Borntraeger, Berlin 1937. Preis geh. 8 RM.

Die Bedeutung der Leuchtmassen in der Technik ist gerade in den letzten Jahren außerordentlich gestiegen. Von ihren Eigenschaften hängt die Leistungsfähigkeit von Elektronenstrahlzyllographen, die Güte von Fernsehbildern sowie die Erkennbarkeit von Einzelheiten bei Röntgen-Durchleuchtungen ab. Durch das Einbringen von Leuchtstoffen in Gasentladungsröhren sind der Beleuchtungstechnik wichtige Möglichkeiten gegeben, um das Linienspektrum der Gasentladung durch breite Leuchtbanden aufzufüllen und gleichzeitig den lichttechnischen Wirkungsgrad zu steigern. In jüngster Zeit ist den Leuchtfarben durch die Herstellung von Quecksilberdampföhren mit Schwarzglaskolben in Glühlampenform ein weiteres wichtiges Anwendungsgebiet auf dem Felde der abendlichen Schaufensterreklame erschlossen worden.

Bei dem geschilderten technischen Stand ist das Erscheinen eines Buches, das sich zur Aufgabe stellt, das ältere Schrifttum dieses Gebietes zu ergänzen, und den Chemiker, Beleuchtungstechniker und Ingenieur in leichtfaßlicher Darstellung mit den Eigenschaften der Leuchtmassen und dem Herstellungsverfahren bekanntzumachen, unbedingt zu begrüßen. Die Verfasserin hat mit großem Fleiß die oft im Schrifttum recht schwer zugänglichen Unterlagen gesammelt und an Hand einer übersichtlichen Inhaltseinteilung eingeordnet. Das neuere Schrifttum ist dabei bis Anfang 1937 berücksichtigt.

In dem Vorwort hebt die Verfasserin bereits selbst hervor, daß das Schrifttum dieses Gebietes an dem Übelstand der absichtlichen Geheimhaltung wichtiger Einzelheiten krankt. Es kann daher der Verfasserin nicht zum Vorwurf gemacht werden, wenn viele der mitgeteilten Herstellungsverfahren überholt sind. Auch die Angaben über die Bindemittel bei nichtelektronischer Erregung sind zum Teil veraltet. Es fehlt der Hinweis auf die neueren Lacke. Heute stehen die modernen Kunststoffe wie Trolitul, Plexigum usw. zur Verfügung, die infolge ihrer absoluten chemischen und physikalischen Neutralität ideale Rohstoffe für Leuchtfarbenbindemittel darstellen.

Bei dem ausgesprochenen Charakter des Buches als referierende Arbeit wäre oft eine kritischere Einstellung gegenüber dem Referierten erwünscht gewesen. Beispielsweise ist auf Seite 112 der Vorschlag erwähnt, nachleuchtende Stoffe zur Beseitigung des Flimmerns in der Kinotechnik zu benutzen, ohne daß an dieser Stelle Bezug genommen wird auf an anderer Stelle des Buches referierte Messungen über die Intensität dieses Nachleuchtens. Bei kritischerer Behandlung dieses Vorschlages hätte sich ergeben, daß er mit Rücksicht auf die sehr geringe Intensität des Nachleuchtens (im Vergleich zur während der Erregungsperiode reflektierten Lichtmenge) überhaupt nicht ausführbar ist.

Für Röntgen-Leuchtschirme, Fernsehschirme sowie Leuchtschirme für langwelliges ultraviolettes Licht haben die mit Kupfer und Silber aktivierten Zinkkadmiumsulfide in den letzten Jahren überragende Bedeutung erlangt. Zwar sind auch diese Leuchtstoffe von der Verfasserin ausführlich mitbesprochen, sie sind jedoch im Vergleich zu ihrer Bedeutung noch nicht genügend hervorgehoben. Der Leser würde sicher über ihre Herstellung, ihre chemischen, optischen, mechanischen und lichttechnischen Eigenschaften gern sehr viel mehr erfahren als hier mitgeteilt wird.

Trotz der erwähnten kleinen Mängel, die zu einem großen Teil bei einer zweiten Auflage abgestellt werden könnten, erfüllt das Buch als Einführung seine Aufgabe und wird auch dem Fachmann als Nachschlagewerk wertvolle Dienste leisten können.

Manfred von Ardenne VDE.

621. 317. 8

Der Strompreis und die Stromtarife im Rahmen der deutschen Elektrizitätswirtschaft. Von Dr. F. Kuhn. (H. 6 der Würzburger Staatswissenschaftlichen Abhandlungen, Reihe A: Wirtschafts- und Sozialwissenschaften. Von Prof. Dr. K. Bräuer.) Mit 15 Abb., XI u. 171 S. im Format 155 x 230 mm. Verlag Hans Buske, Leipzig 1937. Preis geh. 7 RM.

Im ersten Teil des Buches werden die Gesteungskosten der elektrischen Arbeit dargelegt und auf technisch-wirtschaftliche Maßnahmen zur Kostensenkung hingewiesen. Einige Fragen der Verringerung der Anlagekosten, des Standortes, der Verbundwirtschaft sowie der Konzessionsabgaben und Finanzzuschläge werden kurz erörtert. Dieser Teil der Abhandlung hätte durch eine Umarbeitung in dem Sinne gewonnen, daß man das eine oder andere, was nicht unbedingt zum Verständnis notwendig ist, wegläßt.

Im Hauptteil der Arbeit wird versucht, eine Darstellung der Tariffornen zu entwickeln in Anlehnung an die Lehre von den Steuertarifen. Dabei lassen sich eine preispflichtige und eine preisbestimmende Grundlage unterscheiden und in der Tarifzahl die Preisangabe für die preispflichtige Grundlage erkennen. Durch die Zuordnung von Tarifzahl und preisbestimmender Größe wird der Verlauf des Durchschnittspreises festgelegt. Die Grundlage für die Diskussion der verschiedenen Tariffornen bilden die Begriffserklärungen von Proportion, Progression und Regression. Die beiden Hauptgattungen sind danach stetige Tarife mit dem gleichförmigen oder proportionalen Durchschnittspreisverlauf einer Geraden oder der ungleichförmig verzögerten Regression einer hyperbolischen Kurve, und unstetige Tarife, deren Durchschnittspreisverlauf die unmittelbare oder gestufte Aneinanderreihung von Geraden und Hyperbelstücken darstellt. Diese Darstellung der Tariffornen ist theoretisch gut ausgearbeitet; die Gliederung hätte jedoch etwas einfacher gestaltet werden können, damit man beim Lesen die Zusammenhänge besser übersieht. Dazu kommt, daß viele der gewählten Bezeichnungen ungewohnt sind.

Der Verfasser bespricht anschließend die heute gebräuchlichen Tarifarten, nämlich Pauschtarife, Zählertarife, Grundpreistarife, Überverbrauchstarife und Tarife zur Berücksichtigung des Leistungsfaktors. Die Ausführungen über die Vor- und Nachteile der einzelnen Tariffornen entsprechen im wesentlichen den heute geltenden Anschauungen. Zahlreiche Tarifbeispiele erläutern die Schilderung der Tarifarten.

Für den Praktiker wäre in der Schlußbetrachtung eine ausführlichere Stellungnahme zu der Frage wünschenswert gewesen, inwieweit aus der vom Verfasser angestellten Betrachtungsweise der Tarife Nutzenwendungen für die Ausgestaltung neuzeitiger Stromtarife gezogen werden können oder sollen. C. Th. Kromer VDE.

534-8

Der Ultraschall und seine Anwendung in Wissenschaft und Technik. Von Prof. Dr. L. Bergmann. Mit 148 Abb. u. 230 S. im Format A 5. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin 1937. Preis geb. 18,50 RM.

Das vorliegende Buch beschäftigt sich mit Schallschwingungen, hauptsächlich in Flüssigkeiten und festen Körpern, deren Frequenzen oberhalb der oberen Hörgrenze des menschlichen Ohres liegen. Diese mechanischen Schwingungen vollziehen sich bei Frequenzen zwischen 20 kHz und 500 MHz. Das alphabetisch geordnete Schrifttumverzeichnis weist 483 Arbeiten nach, die fast alle im Verlaufe weniger Jahre entstanden sind. Über diese Fülle von Tatsachen erhält man in dem Buch eine kurze, klare und auch erschöpfende Auskunft. Dem Verfasser und dem Verlag ist für diese Übersicht über die Vorgänge im Ultraschallgebiet und ihre vielseitige und mannigfache Anwendung auf vielen Gebieten der Naturwissenschaften und der Technik herzlich zu danken. Ein Drittel des Buches ist der Erzeugung, dem Nachweis und der Messung des Ultraschalls gewidmet, ein weiteres Drittel den Geschwindigkeits- und Absorptionsmessungen in Gasen und Flüssigkeiten und festen Körpern sowie den hauptsächlich von dem Verfasser entdeckten Verfahren der Bestimmung elastischer und elastooptischer Konstanten, während im letzten Drittel weitere Anwendungen als Stroboskop, Nachrichtenmittel und physiko-chemische, biologische und thermische Wirkungen zusammengestellt sind. Jeder, der sich mit Ultraschall und seinen Anwendungen beschäftigen will, kann zu seinem eigenen Vorteil an der vorliegenden vorzüglichen Darstellung des Gebietes nicht vorbeigehen. E. Lücke.

534. 83

Die physikalischen und technischen Grundlagen der Schalldämmung im Bauwesen. Von Dr. A. Schoch. (Physik und Technik der Gegenwart. Abteilung Akustik. Herausg. v. Prof. Dr. Erwin Meyer. Bd. 1.) Mit 87 Abb., VIII u. 119 S. im Format 155 x 230 mm. Verlag von S. Hirzel, Leipzig 1937. Preis geh. 5 RM, geb. 6,20 RM.

Diese aus dem Institut für Schwingungsforschung an der Berliner Technischen Hochschule hervorgegangene Darstellung bietet eine leichte und gute Einführung in das schwierige Gebiet technischer akustischer Messungen. Die benutzten Meßverfahren sind elektroakustische. Das Gebiet der Übertragung von Luftschall durch Wände wird einschließlich der zum Verständnis nötigen Nebengebiete so ausführlich behandelt wie bisher nirgends im deutschen Schrifttum. Bei der Bedeutung der Schallfragen für die moderne Technik kann das Heft zum Studium empfohlen werden. E. Lücke.

621. 32 (062)

Commission Internationale de l'Eclairage en Succession à la Commission Internationale de Photométrie. Neuvième Session Berlin et Karlsruhe, Juli 1935. Herausg. unter der Leitung des Bureau Central de la Commission The National Physical Laboratory, Teddington (England). Mit zahlr. Abb., VII u. 679 S. im Format 170 x 240 mm. 1937. Preis geb. 20 s.

Das Werk enthält die Berichte über die Verhandlungen auf der Tagung der Internationalen Beleuchtungstechnischen Kommission (IBK) im Jahre 1935 in Berlin und Karlsruhe. Die Tagungsbeschlüsse sind als „Empfehlungen der IBK“ niedergelegt. Sie umfassen das gesamte Gebiet der Grundlagen und der Anwendungen der Lichttechnik in den Abschnitten: „Wörterbuch, Begriffsbestimmungen und Formelgrößen, Lichtstärkeinheit und Lichtstandard, Blendung, Photometrie der Gasentladungsröhren, Photometrische Prüfflächen, Objektive Photometrie, Farbmessung, Lichtzerstreuende Stoffe, Gruppeneinteilung der Beleuchtungskörper, Straßenbeleuchtung, Kraftfahrzeugscheinwerfer, Fabriken- und Schulbeleuchtung, Lichtarchitektur, Bodenbeleuchtung und -befeuerung im Luftverkehr, Flugzeugbeleuchtung, Straßenverkehrssignale, Signalgläser, Tagesbeleuchtung, Schatten, Bergwerksbeleuchtung, UV-Strahlung, Verbreitung lichttechnischer Kenntnisse.“

Die Studienkomitees für die vorgenannten Fragen hatten Berichte über den Stand der Entwicklung auf dem betreffenden Gebiet ausgearbeitet, die in dem Werk sämtlich abgedruckt sind und den größten Teil seines Umfangs beanspruchen. Die Berichte dienen als Grundlage für die Aussprache, deren Niederschriften das Werk ebenfalls enthält. Berichte, Sitzungsniederschriften und Empfehlungen geben ein Bild vom Stande und der Entwicklungsrichtung der Lichttechnik zur Zeit der Tagung. F. Born VDE.

621. 34

Der Elektromotor in der Industrie. Von Ing. J. Pokorný. 1. Teil. Deutsche Übersetzung. Mit 193 Abb., 31 Tabellen u. 483 S. im Format A 5. Verlag des Elektrotechnický Svaz Československy, Prag XII, 1937. Preis kart. 97,50 Kč, geb. 106 Kč.

Das Buch, dessen tschechische Erstauflage in ETZ 56 (1935) S. 1426 ausführlich besprochen wurde, ist nunmehr in deutscher Ausgabe nach der inzwischen in 2. Auflage erschienenen tschechischen Ausgabe herausgekommen. Als Vorzug des Buches kann die weitgehende Berücksichtigung praktischer Gesichtspunkte bezeichnet werden. Die bei der ersten Besprechung hier hervorgehobenen Bemängelungen sind bei der vorliegenden deutschen Ausgabe berücksichtigt und behoben worden. So haben z. B. auch der Doppelkäfiganker und der Kondensatormotor jetzt eine ausführlichere Behandlung erfahren. Eine größere Umarbeitung und zweckmäßige Ergänzung hat auch das Kapitel über die Kompensation der Phasenverschiebung erfahren, wobei die durch Verbesserung derselben im Wege der Verwendung von Schieberkondensatoren erzielten wirtschaftlichen Vorteile an Hand praktischer Rechenbeispiele nachgewiesen sind. Einem folgenden II. Teile des Werkes soll die Behandlung elektromotorischer Antriebe und Sonderantriebe vorbehalten werden. G. W. Meyer, VDE.

EINGÄNGE.

[Ausführliche Besprechung vorbehalten.]

Bücher.

Zusammenstellung der Verfahren zur Beschaffung von unedlen Nichteisenmetallen. Tafel 1: Warenverkehr. Format 295×420 mm. Verlag Aug. Lutzeyer, Berlin-Neukölln 1937. Preis 1,50 RM.

[Die Bewirtschaftung der unedlen Nichteisenmetalle hat naturgemäß viele Vorschriften zu ihrer Beschaffung mit sich gebracht, die in der vorliegenden, auf starkem Karton aufgezogenen, Tafel in übersichtlicher Form zusammengestellt sind.]

Eisenlose Drosselspulen. Mit einem Anhang über Hochfrequenz-Massekernspulen. Von J. Hak. Geleitwort von Prof. Dr.-Ing. e. h. F. Emde. Mit 253 Abb. auf 68 Tafeln, 32 Zahlentafeln, VIII u. 246 S. im Format B 5. K. F. Koehler Verlag, Leipzig 1938. Preis geb. 28 RM.

Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie. 8. Aufl. Herausg. Deutsche Chemischen Gesellschaft. System-Nummer 59: Eisen. Teil C Lieferung 1: Härteprüfverfahren. Mit zahlr. Abb. u. 162 S. im Format 180×260 mm. Preis kart. 25 RM. Teil D Erg.-Bd. 1: Magnetische und elektrische Eigenschaften des Eisens und seiner Legierungen. Mit zahlr. Abb., XV u. 148 S. im Format 180×260 mm. Verlag Chemie, G. m. b. H. Berlin 1937. Preis kart. 24 RM.

Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie. 8. Aufl. Herausg. v. d. Deutschen Chemischen Gesellschaft. System-Nummer 22: Kalium. Lieferung 4: Verbindungen bis Kaliumacetat. Mit 127 S. im Format 180×260 mm. Verlag Chemie, G. m. b. H., Berlin 1937. Preis kart. 20 RM.

Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie. 8. Aufl. Herausg. v. d. Deutschen Chemischen Gesellschaft. System-Nummer 24: Rubidium. Mit XVIII, X u. 250 S. im Format 180×260 mm. Verlag Chemie, G. m. b. H., Berlin 1937. Preis kart. 42 RM.

Höhenstrahlung (Ultrastrahlung). Von Dr. E. Miehli-nickel. (Wiss. Forschungsberichte. Naturwiss. Reihe. Herausg. v. Dr. R. E. Liesegang. Bd. 44). Mit 69 Abb., XVI u. 316 S. im Format 150×215 mm. Verlag Th. Steinkopff, Dresden u. Leipzig 1938. Preis geh. 23,50 RM, geb. 25 RM.

Fernsehen. Die neuere Entwicklung insbesondere der deutschen Fernsehtechnik. Vorträge von M. von Ardenne, F. Ban-neitz, E. Brüche, W. Buschbeck, A. Karolus, M. Knoll, R. Möller und F. Schröter. Veranstaltet durch den Bezirk Berlin-Brandenburg des VDE in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der Techn. Hochschule Berlin. Herausg. von Prof. Dr. F. Schröter. Mit 228 Textabb., VI u. 260 S. im Format 160×240 mm. Verlag von Julius Springer, Berlin 1937. Preis geh. 19,50 RM, geb. 21 RM.

Zusammenstellung der Genehmigungen zur Benutzung des VDE-Zeichens oder eines Verbandskennfadens mit Anhang über Installations-Selbstschalter. Nach dem Stande vom 1. Oktober 1937. Herausgegeben von der Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker e. V. Mit 188 S. im Format A 5. Bezug durch die Prüfstelle des VDE, Berlin-Charlottenburg 4, 1937. Preis geh. 2 RM.

[Das bereits in ETZ 58 (1937) S. 1206 angekündigte Verzeichnis bringt, in Sachgruppen geordnet, die Firmen und Gegenstände mit Prüfzeichengenehmigung, dann alphabetisch nach Firmen die isolierten Leitungen mit Verbandskennfaden, schließlich einen Anhang über IS-Schalter und eine alphabetische Gesamtaufzählung der Firmen.]

Die Energiewirtschaft der Welt. Ergebnisse der III. Weltkraftkonferenz Washington 1936 in deutscher Betrachtung. Von C. Krecke. Mit XII u. 193 S. im Format 160×245 mm. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin 1937. Preis geb. 10 RM.

[Das Buch gibt einen Querschnitt der ausländischen Berichte auf der III. Weltkraftkonferenz 1936. Der Stoff ist in folgende Abschnitte eingeteilt: Brennstoffindustrie, Elektrizitätswirtschaft, Gaswirtschaft, Warenwirtschaft und schließlich Aufbau und Senkung der Energiewirtschaft; diese sind von verschiedenen bekannten Fachleuten verfaßt und unter Hinzuziehung des Fachschrifttums auf den neuesten Stand gebracht worden.]

Preisbildung und Warenregelung. II. Teil: Metallwirtschaft. Ergänzungslieferungen Nr. 4 und 5. Verlag für Steuer- und Arbeitsrecht Hermann Luchterhand, Berlin-Charlottenburg 1937.

Ölbewirtschaftung. Betriebsanweisung für Prüfung, Überwachung und Pflege der im elektrischen Betrieb verwendeten Öle. 2. Aufl. Herausg. v. d. Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung in Zusammenarbeit mit dem Verein deutscher Eisenhüttenleute und dem Verband Deutscher Elektrotechniker. Mit 21 Abb., XI u. 179 S. im Format A 5. Verlag Julius Springer, Berlin 1937. Preis geb. 8 RM.

The Metallurgical Examination of Colliery Haulage Drawgear. Von J. H. Andrew, R. Jeffrey u. W. A. Johnson. Safety in Mines Research Board Paper No. 100 (Mines Department). Mit 52 Abb. u. 47 S. im Format 150×245 mm. His Majesty's Stationery Office, London 1937. Preis geh. 1 s 6 d.

The Examination of Colliery Ropes in Service. Herausg. v. Safety in Mines Research Board. Mit 10 Abb. u. 37 S. im Format 105×165 mm. His Majesty's Stationery Office, London 1937. Preis kart. 3 d.

Einführung in die Vierpoltheorie der elektrischen Nachrichtentechnik. Von Prof. Dr. R. Feldtkeller. (Physik und Technik der Gegenwart. Von Prof. Dr. H. Faßbender. Bd. 2). Mit 85 Abb., IX u. 142 S. im Format 155×235 mm. Verlag von S. Hirzel, Leipzig 1937. Preis geh. 8,80 RM, geb. 10 RM.

Werkstoff-Handbuch Stahl und Eisen. Herausg. vom Verein deutscher Eisenhüttenleute. Mit dem Werkstoffausschuß des Vereins deutscher Eisenhüttenleute u. zahlr. Fachgenossen bearb. v. Dr.-Ing. K. Daeves. 2. neu bearb. Aufl. Mit zahlr. Abb., Zahlentafeln u. sonstigen Übersichtsbildern im Format 180×220 mm. Verlag Stahl-eisen m. b. H., Düsseldorf 1937. Preis f. d. Ringbuch in Lederdecke 34,50 RM.

Handbuch der gesamten Eisen-, Stahl- und Metallbewirtschaftung. Unter Mitarbeit hervorragender Sachkenner herausgeg. von Dr. G. Brandt. Mit einem Geleitwort von Ministerialrat H. Michel. IV. Preisvorschriften. Teil I—V bearb. v. Dipl.-Kaufmann Finger, Teil VI—VII bearb. von Dr. G. Brandt. 194 S. in DIN A 4. In Schraubeneinband. N.E.M.-Verlag Dr. Georg Lüttke, Berlin 1938. Preis 12,60 RM.

[Während die bisher erschienenen 3 Bände die Bewirtschaftungsvorschriften auf dem Metall- und Eisengebiet enthält, bringt der vorliegende 4. Band Preisvorschriften in sieben Abschnitten. Nachträge halten das Buch stets auf dem neuesten Stand.]

Die physikalischen und technischen Grundlagen der Schalldämmung im Bauwesen. Von Dr. A. Schoch (Physik und Technik der Gegenwart. Abteilung Akustik. Herausg. v. Prof. Dr. Erwin Meyer. Bd. 1). Mit 87 Abb., VIII u. 119 S. im Format 155×230 mm. Verlag von S. Hirzel, Leipzig 1937. Preis geh. 5 RM, geb. 6,20 RM.

Lehrbuch der Elektronen-Röhren und ihrer technischen Anwendungen. Von Prof. Dr. H. Barkhausen. 4. Bd.: Gleichrichter und Empfänger. 3. und 4. vollst. umgearb. Aufl. Mit 147 Abb., 3 Schaltbildern, XV u. 294 S. im Format 150×225 mm. Verlag von S. Hirzel, Leipzig 1937. Preis geh. 7,50 RM, geb. 9 RM.

Elektrische Akkumulatoren und ihre Anwendung. Von Dr.-Ing. R. Albrecht. Mit 82 Abb. u. 159 S. im Format A 5. Verlag Dr. Max Jänecke, Leipzig 1937. Preis kart. 6 RM.

[Nach dem Vorwort ist das Buch in erster Linie für die Praxis gedacht, um dem Akkumulator die erforderliche Behandlung zu sichern. Der Verfasser beschreibt zunächst die chemischen Vorgänge, den Aufbau und die Werkstoffe des Bleiakкумуляtors. Dann folgt das entsprechende über den Stahllakкумуляtor. Nach einem Vergleich der beiden Sammlerarten werden die Ladeeinrichtungen und die Anwendungsgebiete der elektrischen Akkumulatoren ausführlich behandelt.]

Angewandte Atomphysik. Eine Einführung in die theoretischen Grundlagen. Von Prof. Dr. Rudolf Seeliger, Greifswald. Mit 175 Textabb., IX u. 461 S. im Format 160×235 mm. Verlag Julius Springer, Berlin 1938. Preis 24,— RM, geb. 26,— RM.

Die Schweißtechnik des Bauingenieurs. Von Techn. Reichsbahn-Oberinsp. B. Sahling. (Handbücherei des „Bahn-Ingenieur“ Heft 1.) Mit 151 Abb. u. 74 S. im Format A 4. Otto Elsner Verlagsgesellschaft, Berlin 1938. Preis geh. 2,40 RM.

[Das Heft gibt eine gedrängte Übersicht über die Schweißung im Stahlbau unter Hervorhebung der hier erlassenen behördlichen Vorschriften, besonders von denen der Reichsbahn, deren Schweißfachleute auch überwiegend zitiert werden. Das Buch kann allen, die für die Reichsbahn Stahlbauten zu schweißen haben, nützlich sein.] J. C. F.

Statistik der Elektrizitätswerke der Schweiz nach dem Stande auf Ende 1936 (Ausgabe Dezember 1937). Herausg. v. Schweizerischen Elektrotechnischen Verein. Bearb. v. Starkstrominspektorat (Ing. F. Sibler). Mit 156 S. im Format 210×295 mm. Verlag: Generalsekretariat des SEV und VSE, Zürich, Seefeldstr. 301. Preis geb. 12 Fr.

Beleuchtungstechnik. Planung und Entwurf von Beleuchtungsanlagen. Von Dr. Erich Meyer. Mit 140 Abb., VIII u. 204 S. im Format 145×220 mm. Verlag Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig 1938. Preis kart. 10 RM, geb. 12 RM.

Sixteenth Annual Report for the Calendar Year 1936. Herausgeber: State of New York. Department of Public Service. Metropolitan Division. Transit Commission. Mit 670 S. im Format 150×225 mm. 1937.

Trockengleichrichter. Theorie, Aufbau und Anwendung. Von Karl Maier. Mit 313 Abb. u. 313 S. im Format 175×240 mm. Verlag R. Oldenbourg, München und Berlin 1938. Preis geb. 18 RM.

Kurzschlußströme in Drehstromnetzen. Berechnung und Begrenzung. Von Dr.-Ing. M. Walter. 2. Erweit. Aufl. Mit 124 Abb. u. 167 S. im Format 170×240 mm. Verlag R. Oldenbourg, München und Berlin 1938. Preis geb. 8,80 RM.

Magnetische und elektrische Eigenschaften des Eisens und seiner Legierungen. Von Dr. O. v. Auwers. (Aus: Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie. Herausg. v. d. Deutschen Chemischen Gesellschaft, Redaktion Dr. E. Pietsch.) Mit 628 Abb., LXII u. 828 S. im Format B 5. Verlag Chemie G. m. b. H., Berlin 1938. Preis geb. 112 RM.

Zehn Jahre Laboratorium Manfred von Ardenne in Berlin-Lichterfelde. Herausg. v. Laboratorium Manfred von Ardenne, Berlin-Lichterfelde-Ost, Jungfernstieg 19. Mit zahlr. Abb. u. 52 S. im Format B 5. Selbstverlag.

Gesammelte Vorträge der Hauptversammlung 1937 der Lilienthal-Gesellschaft für Luftfahrtforschung. Mit zahlr. Abb. u. 367 S. im Format A 4. Verlag von E. S. Mittler & Sohn, Berlin 1938. Preis kart. 18 RM.

Die Wirtschaftlichkeit der Stromversorgung des Haushalts. Eine Elektrizitätswirtschaftliche Studie unter besonderer Berücksichtigung der Kochstromversorgung. Von Prof. Dr.-Ing. W. Willing, Berlin. Mit 30 Textabb. u. IV, 56 S. im Format 165×245 mm. Verlag von Julius Springer, Berlin 1938. Preis kart. 3,60 RM.

Photozelle, Glimmlampe, Braunsche Röhre, ihre praktische Verwendung insbesondere für Demonstrations- und Unterrichtsversuche. Von Studienrat W. Möller mit einer Einführung von Prof. Dr. H. G. Möller. 2. verbess. u. erweit. Aufl. Mit 97 Abb. u. 138 S. im Format 140×200 mm. Verlag Deutsch-Literarisches Institut J. Schneider, Berlin-Tempelhof 1938. Preis kart. 4,50 RM, geb. 5,80 RM.

Hochspannungstechnik. Von Dr.-Ing. A. Roth. 2. vollständig neubearb. u. vermehrte Aufl. Herausg. unter Mitwirkung von Prof. A. Imhof. Mit 606 Abb. im Text sowie 79 Zahlentafeln, IX u. 624 S. im Format 165×240 mm. Verlag Julius Springer, Wien 1938. Preis geb. 39 RM.

Im Zeitalter der Kunststoffe. Allgemein verständliche Schilderung der Entstehung und Verwendung der Kunststoffe in Wirtschaft, Industrie und im täglichen Leben. Von K. Brandenburger. Mit 72 Abb. u. 100 S. im Format 155×225 mm. J. F. Lehmanns Verlag, München u. Berlin 1938. Preis kart. 3,60 RM.

Grundlagen der Fernsprechsaltungstechnik. Von Dr.-Ing. R. Führer. (Elektrische Fernmeldetechnik. Herausg. v. C. H. J. Westphal, Bd. 4.) Mit 82 Abb. u. 158 S. im Format A 5. Verlag Franz Westphal, Wolfshagen-Scharbeutz 1938. Preis kart. 4,80 RM.

Funknavigation in der Luftfahrt. Von Prof. Dr.-Ing. P. Freiherr von Handel und Dr. Kurt Krüger. (Sammlung Vieweg Bd. 113). Mit 73 Abb. u. 103 S. im Format 140×215 mm. Verlag F. Vieweg & Sohn, Braunschweig. Preis kart. 4,50 RM.

Direct and alternating current potentiometer measurements. Von D. C. Gall. Mit einem Vorwort von S. P. Smith. (A series of monographs on electrical engineering. Herausg. v. H. P. Young, Bd. 4.) Mit 109 Abb., XIV und 231 S. im Format 150×225 mm. Verlag Chapman & Hall Ltd., London 1938. Preis geb. 15 s.

Doktordissertationen.

Franz Kövessi jun., Ein Einphasen-Dreiphasen-Bahntriebssystem mit Stromrichter. T. H. Berlin 1935. Verlag für Sozialpolitik, Wirtschaft u. Statistik, Paul Schmidt, Berlin SW 68.

Wolfgang von Ohnesorge, Anwendung eines kinemographischen Hochfrequenzapparates mit mechanischer Regelung der Belichtung zur Aufnahme der Tropfenbildung und des Zerfalls flüssiger Strahlen. T. H. Berlin 1936. Verlag K. Tritsch, Würzburg.

Ernst Pohl, Beitrag zur Frage der Haltbarkeit von Dampfturbinenschaukeln gegen die Wasserwirkung durch Dampfnässe. T. H. Berlin 1937.

Theodor Ranow, Über die Wechselwirkung zwischen Lagerwerkstoff und Schmiermittel. T. H. Berlin 1937.

Walther Ströble, Die Wirkung von Lichtfiltern, insbesondere von neodymhaltigen Gläsern auf das Farbsehen. T. H. Berlin 1936.

Gerhard Wagner, Deselektische und dieselhydraulische Schiffsantriebe, insbesondere für Verkehrs- und Fährschiffe. T. H. Karlsruhe 1936.

Hans Anton Wahl, Frequenzmessung durch Summierung der bei der Ladung eines Kondensators über Elektronenröhren auftretenden Ladestromstöße. T. H. Berlin 1936.

Oskar Deicher, Das Förderwesen im deutschen Erdöl, insbesondere im Nienhagener Feld. T. H. Hannover 1937.

Alfred Raupp, Über die Spannbildung bei der Metallbearbeitung. T. H. Hannover 1937.

Veranstaltungen anderer Vereine.

Deutsche Maschinentechnische Gesellschaft, Berlin. 12. 4. (Di), 16³⁰, Ingenieurhaus: Vorführung eines Filmes vom Bau der Nordsüd-Bahn. Um 17⁰⁰ Führung über die Baustellen der Nordsüd-S-Bahn in zwei Gruppen. Gruppe I. Beginn der Führung am Potsdamer Platz. Gruppe II. Beginn der Führung am Landwehrkanal (Anhalter Bahnhof).

Berichtigung.

In meinem Aufsatz „Neuzeitliche Tauchspulrelais“ in Heft 9 der ETZ dieses Jahres, S. 225, habe ich angegeben, daß der erste Vorschlag zum Bau von Tauchspulrelais von Raymond Heising aus dem Jahre 1926 stamme. Durch eine Zuschrift von Herrn Ing. Leimer, Berlin, werde ich darauf aufmerksam gemacht, daß Herr Leimer schon in den Jahren 1913 bis 1914 derartige Relais gebaut und sie in der ETZ 36 (1915) S. 598 beschrieben hat. Ich erfülle gern die Pflicht, die Priorität Leimers vor Heising festzustellen. E. Bräuer.

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:

Dr.-Ing. R. Elsner VDE, Nürnberg-S., Bulmannstr. 48.
Dipl.-Ing. P. Jacottet VDE, Berlin-Spandau, Weyerstr. 7b.
Prof. Dr.-Ing. E. Marx VDE, Braunschweig, Husarenstr. 43.
Dr. B. Thierbach, Berlin W 35, Lichtensteinallee 3a.
Dr.-Ing. H. Viehmann VDE, Berlin-Johannisthal, Herrenhausstr. 10.
Dr.-Ing. W. Weicker VDE, Klosterlausnitz i. Thür.

Abschluß des Heftes: 1. April 1938.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE

Zuschriften sind nicht an eine persönliche Anschrift zu richten, sondern nur an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und nur mit Genehmigung des Verfassers und der Wissenschaftlichen Leitung der ETZ gestattet.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894
Herausgegeben vom Verband Deutscher Elektrotechniker E.V.

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

59. Jahrgang

Berlin, 14. April 1938

Heft 15

Geräuschstörungen bei der Übertragung von Sprache auf Leitungen.

Von W. Wild, Berlin.

621. 395. 8

Übersicht. Die bei der Übertragung von Sprache auf Leitungen in eine Sprechverbindung von außen her eindringenden Störungen und die im System selbst entstehenden inneren Störungen werden betrachtet*). Ihr Zustandekommen, ihre Größe und die Mittel zu ihrer Verminderung werden besprochen.

1. Geräuschabstand und Beurteilung eines Geräusches.

Treten in einer Sprechverbindung bei der Übertragung von Sprache auf Leitungen Geräusche auf, so leidet darunter die Verständlichkeit. Es werden Rückfragen erforderlich, die Zeitverluste und verringerte Ausnutzung der Leitungen bedeuten. Um dies zu vermeiden, muß dafür gesorgt werden, daß die Nutzsensungen an jeder Stelle der Sprechverbindung einen genügenden Abstand von den Geräuschsensungen einhalten. Es ist deshalb von Interesse zu wissen, an welchen Stellen einer Sprech-

Er besteht aus einem Verstärker, einem Geräuschfilter, das wie unser Ohr die verschiedenen Frequenzen nach ihrem Störgewicht bewertet, und einem Instrument, das

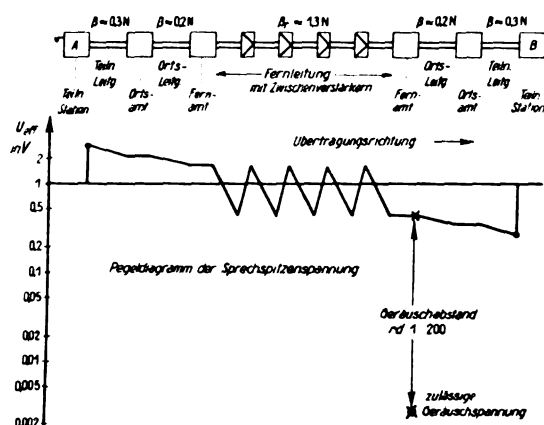


Abb. 2. Schema einer Sprachübertragung.

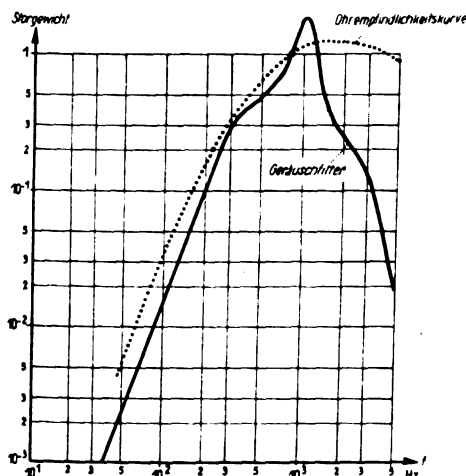


Abb. 1. Störgewicht in Abhängigkeit von der Frequenz.

verbindung Geräuschstörungen entstehen können, wie groß sie sind und welche Mittel wir besitzen, sie ausreichend klein zu halten.

Man hat früher ein Geräusch rein gehörmäßig bestimmt, indem man es mit einem Normalton von 800 Hz verglich. Als Geräuschspannung bezeichnete man dann die Spannung von 800 Hz gleicher Lautstärke. Heute mißt man sie jedoch objektiv mit dem Geräuschspannungszeiger.

*) Auszug aus einem Vortrag vor dem VDE Bezirk Berlin-Brandenburg, Fachgebiet „Leitungstelegraphie und -telephonie“, am 13. 1. 1938; Mitteilung aus dem Zentrallaboratorium des Werkerwerkes der Siemens & Halske AG. Bemerkung zum Vortrag s. S. 405 dieses Heftes. Der vollständige Abdruck des Vortrages ist im Europ. Fernsprechnetz (1938) H. 48, S. 40, enthalten.

die so bewerteten Spannungen leistungsmäßig summiert und anzeigt. Um das Störgewicht der einzelnen Frequenzen zu finden, wurde von vielen Versuchspersonen und mit verschiedenen Fernhörern bestimmt, welche Spannung bei den einzelnen Frequenzen am Hörer die gleiche Lautstärke oder die gleiche Minderung der Silbenverständlichkeit hervorruft wie ein fest eingestellter Vergleichston von 800 Hz. Durch Mittelung der Ergebnisse wurde daraus die Geräuschfilterkurve gewonnen, die Abb. 1 zeigt. Bei der Bezugsfrequenz von 800 Hz ist das Störgewicht gleich 1, bei 50 Hz beträgt es z. B. nur mehr $\frac{1}{400}$, da unser Ohr, zum Teil auch der Fernhörer, für diese Frequenz ziemlich unempfindlich ist. Ein Vergleich mit der Ohrempfindlichkeitskurve lehrt, wie weit unser Ohr, wie weit der Hörer den Verlauf der Geräuschfilterkurve bestimmt. Nach vorläufiger zwischenstaatlicher Festlegung läßt man am Ende der Fernleitung eine Geräuschspannung von 2,5 mV an 600 Ω Abschluß zu (5 mV EMK). Das entspricht günstigenfalls einem Geräuschabstand von etwa $6 N \approx 1:400$, bezogen auf die Sprachspitze, und etwa $4 N \approx 1:60$, bezogen auf den Geräuschwert der Sprache, den man also mit dem Geräuschspannungszeiger messen würde. Erfahrungsgemäß vermindert sich dabei die Silbenverständlichkeit um rd. 5 %, die Verständlichkeit zusammenhängender Sätze etwa nur um 1 %.

Abb. 2 zeigt, wie eine Sprachübertragung vor sich geht. Der Schall vom Mund des Sprechers wird im Mikro-

phon des Apparates *A* in elektrische Schwingungen umgewandelt. Diese werden über Teilnehmer-, Orts- und Fernleitung zur Station *B* übertragen und dort im Fernhörer wieder in Schall umgesetzt. In der Fernleitung sind viele Zwischenverstärker eingeschaltet, die die Sprechspannungen immer wieder auf ihren Anfangswert heben, wenn sie infolge der Leitungsdämpfung auf einen bestimmten Wert abgefallen sind. Das Pegeldiagramm zeigt dies im Spannungsverlauf längs des Übertragungsweges. An jeder Stelle des Sprechkreises können nun Geräuschstörungen entstehen. Wir wollen unterscheiden zwischen Störungen, die von außen her in das System eindringen, und solchen, die im System selbst sich ausbilden.

2. Außenstörungen.

a. Raumgeräusche.

Nicht nur die Sprache, sondern auch die Raumgeräusche treffen die Membran des Mikrophons und werden mit übertragen. Es fragt sich nun, wie groß die Lautstärke des Raumgeräusches im Vergleich zur Lautstärke der Sprache ist, beide dicht vor der Einsprache ins Mikrophon gemessen. Abb. 3 zeigt in Häufigkeits-

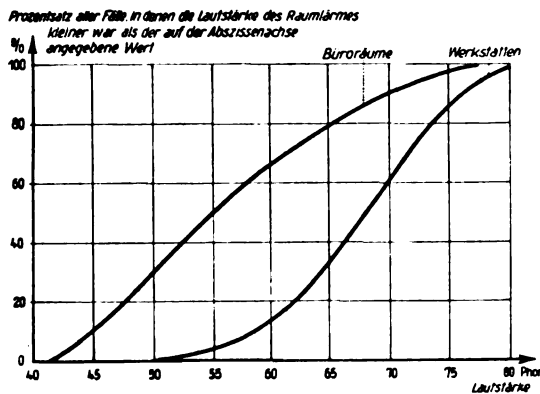


Abb. 3. Raumgeräusch in Büros und Werkstätten.

Summenkurven die Geräuschlautstärke, mit denen in Büros und Werkstätten zu rechnen ist. In 50 % der Fälle liegt sie bei ersteren unter 55 Phon, bei letzteren unter 68 Phon. Das Phon ist ein logarithmisches Maß, ebenso wie das Dezibel (db), aufgebaut auf der Basis 10. Null Phon ist die durchschnittliche Reizschwelle des Ohres. Bei normalem Stimmaufwand ist die Lautstärke vor der Einsprache ins Mikrophon etwa 85 Phon. Verglichen mit den 55 bzw. 68 Phon beträgt der Geräuschabstand etwa nur 30 bzw. 17 db, d. i. ein Faktor 30 bzw. 7, also sehr wenig.

Nun erhöht man infolge des Mithörens in lauten Räumen unbewußt die Sprechstärke und gewinnt damit bereits etwas größeren Abstand. Ferner schattet der Kopf des Sprechers die Mikrophoneinsprache beim Handapparat gegen Geräusche ab. Bei den neueren Apparaten gibt man der Einsprache außerdem eine Richtwirkung und geht mit dem Abstand vom Mund bis auf etwa 2 cm herunter. Man erreicht dadurch, daß der Geräuschabstand um 20 bis 30 db größer wird als bei der unmittelbaren Unterhaltung von Mund zu Ohr in etwa 1 m Abstand.

Den Abhörenden stört natürlich auch Lärm im eigenen Raum. Die dicht am Ohr liegende Hörmuschel schirmt aber gegen Raumgeräusch um etwa 10 db ab, und von der Geräuschaufnahme durch das zweite Ohr kann man sich ziemlich freimachen. Mehr als diese unmittelbare Aufnahme kann jedoch das Rückhören des Raumgeräusches über das eigene Mikrophon stören. Um es zu vermindern, legt man Mikrophon und Hörer in eine Brückenschaltung. Sie verhindert, daß die Ströme des Mikrophons in den Fernhörer der eigenen Station gelangen. Man begnügt sich aber in Teilnehmerapparaten mit einfachen Leitungsnachbildungen, bei denen die Dämpfung der Brücke etwa

1 bis 2 N wird, also kleiner bleibt als die Leitungsdämpfung von 2 bis 3 N. Lärm im Abhörraum stört deshalb meist mehr als gleich lauter Lärm im Sprechraum.

b. Mechanische Erschütterungen.

An jedem metallischen Kontakt, der wegen geringen Kontaktdrucks oder infolge von Oxydation oder Politur bereits einen erheblichen Übergangswiderstand besitzt, können Mikrofonwirkungen auftreten. Unter dem Einfluß eines Ruhestroms erzeugen solche Kontakte dann bei den geringsten Erschütterungen sehr unangenehme Kratzgeräusche. Die Zahl der Kontakte, die zu solchen Störungen Anlaß geben können, ist bei einer Sprechverbindung auf weite Entfernungen überaus groß. Es sei nur erinnert an die beweglichen Kontakte im Teilnehmerapparat und an den Wählern, an Steckverbindungen, Sicherungen, Röhren u. dgl. Man mag daran ermesen, welch sorgfältige Überwachung und Instandhaltung der Anlagen erforderlich ist, um Kratzgeräusche, die vom kaum Hörbaren bis zur Unerträglichkeit schwanken können, zu vermeiden.

Auch in den Verstärkerröhren rufen mechanische Erschütterungen Geräusche hervor, die als Röhrenklingen bekannt sind. Es handelt sich dabei um ein Anstoßen der Eigenschwingung der Elektroden systeme, z. B. des Heizfadens oder des Steuergitters der Röhren. Im Takt der Schwingungen ändert sich dann die Steilheit der Röhre. Um das Röhrenklingen möglichst zu vermeiden, muß man Röhren mit stabilem Elektroden system verwenden, ferner die Verstärker in erschütterungsfreien Räumen evtl. in Gestellen auf Gummifüßen aufstellen.

c. Oberwellen der Stromversorgung.

Den Heiz- und Anodenstrom für die Verstärker entnimmt man in den Ämtern Batterien, die man mit Maschinensätzen oder über Gleichrichter aus dem Wechselstromnetz lädt oder puffert. Dem Gleichstrom sind dabei Oberwellen überlagert, die man erst unterdrücken muß, um sie nicht in den Sprechkreis gelangen zu lassen. Man benutzt zur Glättung Drosselketten, bei schwachen Strömen auch nur Glieder aus Widerstand und Kondensator. Die Heizfäden der Röhren symmetriert man über einen Widerstand mit Mittelabgriff. Damit erreicht man leicht eine hinreichende Senkung der Geräusche.

d. Beeinflussung durch Starkstromanlagen.

Eine der wichtigsten Quellen für von außen in einen Sprechkreis eindringende Störungen bilden die Starkstromanlagen. Sie können durch Influenz oder durch Induktion Störernergien übertragen. Es genügen dazu schon sehr kleine Kopplungen, denn die Starkstromleistungen liegen bei etwa 10^6 bis 10^8 W, während die Ausgangsleistungen in Fernsprechleitungen nur 10^{-4} W, in besonderen Fällen auch nur 10^{-8} W betragen. Infolge ihres geringen Störgewichtes von $\frac{1}{400}$ stört aber die Grundwelle von 50 Hz weit weniger als die Oberwellen, die in Starkstromanlagen immer vorhanden sind. Den Effektivwert aller nach ihrem Störgewicht bewerteten Spannungen nennt man die Störspannung. In % der unbewerteten Spannung ausgedrückt ergibt diese den Fernsprech-Formfaktor der Spannung. Das gleiche gilt für den Störstrom und den Fernsprech-Formfaktor des Stromes. Zur Messung verwendet man den Geräuschspannungszeiger, den man über geeignete Spannungsteiler anschließt. Aus dem Formfaktor, der Betriebsspannung und der Leitungskopplung läßt sich dann die Geräusch-EMK berechnen, die ein Starkstromnetz in benachbarten Fernsprechleitungen induziert. Als Richtwert sei angegeben, daß die Formfaktoren von Drehstromleitungen bei etwa 1 % liegen.

Eine Fernsprechfreileitung kann von einer parallel geführten Hochspannungsfreileitung durch Influenz beeinflusst werden, wenn a- und b-Zweig der Fernsprechschleife nicht genau auf derselben Äquipotentialfläche des

um die Starkstromleitung sich ausbildenden Potentialfeldes liegen. Bei gegebener Leiteranordnung kann man die Kopplung der Leitungen berechnen. Sie läßt sich vermindern 1. durch Verdrillen der Drehstromleitung, 2. durch

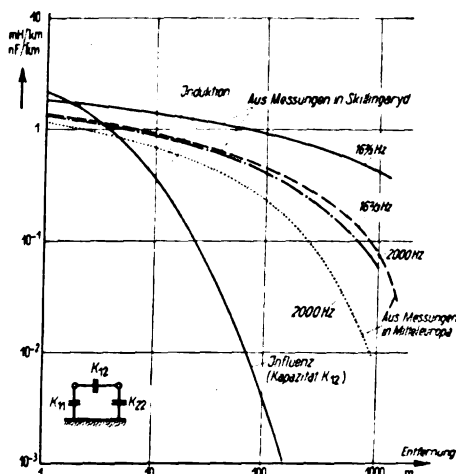


Abb. 4. Gegeninduktivität und Influenz von Einfachleitungen.

Auskreuzen der Fernmeldeleitung und 3. durch Vergrößern des Leitungsabstandes. In den Vorschriften¹⁾ des VDE sind Formeln für die Berechnung des zulässigen Abstandes angegeben, bei deren Beachtung die durch Influenz entstehende Geräusch-EMK unter 5 mV bleibt. Besonders groß wird die Influenzbeeinflussung, wenn die Drehstromleitung Erdschluß besitzt, da sie dann unsymmetrisch gegen Erde ist. Von vornherein unsymmetrisch sind die Fahrleitungen elektrischer Bahnen. Die Fern-

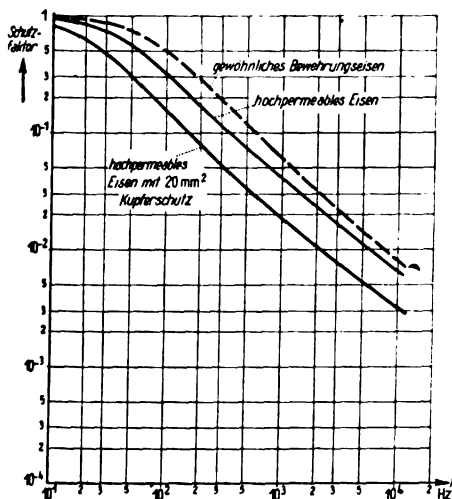


Abb. 5. Mantelschutzfaktoren verschiedener Kabel.

sprechfreileitungen dicht neben dem Bahnkörper mußte man darum fast allgemein verkabeln, um die Influenzbeeinflussung auszuschalten.

Ein Kabel kann nur induktiv durch Ströme, die über Erde zurückfließen, beeinflusst werden. Einfachleitungen besitzen nämlich eine Gegeninduktivität, deren Verlauf in Abhängigkeit vom Abstand für 16 Hz und für 2000 Hz in Abb. 4 gezeigt ist. Bemerkenswert ist, daß im Gegensatz zur Influenz die Induktion mit dem Abstand nur langsam abnimmt. Über die Gegeninduktivität werden also in den Adern Längsspannungen und Verschiebungsströme induziert, die jedoch in den zwei Adern eines vollkommen symmetrischen Paares genau gleich sind. Erst durch kleine Unsymmetrien der Erdkapazitäten und Längswiderstände beider Leiter entstehen dann Geräuschspannungen im Sprechkreis. Durch Auskreuzen der Adern

und Kapazitätsausgleich sucht man diese Unsymmetrien möglichst klein zu machen. Man erreicht etwa 1 %. Im Gleis und im Kabelmantel fließt ein Teil des Rückstromes, der in Phasenopposition zum Fahrdrathstrom steht. Dadurch werden Gegenspannungen erzeugt, die die Längsspannung in den Adern vermindern. Beim Gleis beträgt diese Kompensationswirkung rd. 50 %, beim Kabel wird sie durch den Schutzfaktor ausgedrückt, der das Verhältnis der Längsspannung im Kabel zu der in einer ungeschützten Leitung angibt. Er ist von der Frequenz abhängig, wie Abb. 5 zeigt, und kann noch verbessert werden durch Verwendung einer hochpermeablen Bandisenbewehrung oder durch Paralleltreiter (Kupferschutz) zum Kabelmantel.

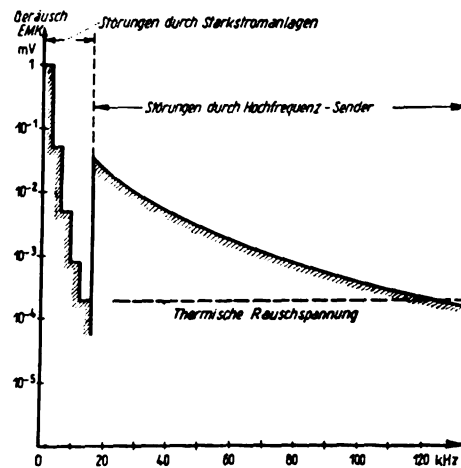


Abb. 6. Geräusch-EMK in Kabelleitungen.

Durch Leitungssymmetrierung und guten Schutzfaktor lassen sich in Kabeln die Störungen immer hinreichend klein halten. Mit welchen Werten der Geräusch-EMK am Fernleitungsende man bei stark beeinflussten Kabeln etwa rechnen muß, zeigt Abb. 6.

e. Beeinflussung durch Hochfrequenzsender.

An das Gebiet der Starkstromstörungen, die in den Sprechkanälen höherer Frequenz rasch kleiner werden, schließt sich ein Gebiet an, in dem wieder größere Störun-

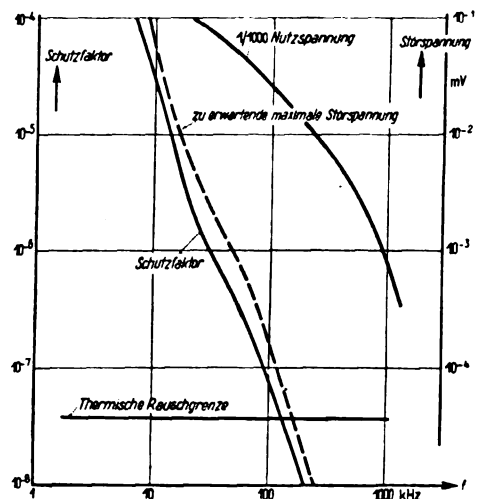


Abb. 7. Schutzfaktor und maximale Störspannungen eines Breitbandkabels.

gen durch drahtlose Sender entstehen. Hochfrequenzsender strahlen Leistungen von 100 kW und mehr aus. Sie erzeugen nicht nur eine Vertikalfeldstärke, sondern infolge der Brechung der Feldlinien beim Übergang von Luft zur Erde auch eine kleine Horizontalfeldstärke. Letztere

¹⁾ VDE 0228/1925

kann nun Kabelleitungen stören, da sie, wenn auch stark gedämpft, ins Innere des Kabels eindringt. Bei symmetrischen Doppelleitungen bleiben die Störungen immer genügend klein. Bei einem unsymmetrischen Breitbandkabel, bei dem das Leitungssystem aus einem Mittelleiter und einem koaxialen Außenleiter besteht, würden die Störungen jedoch um Größenordnungen höher liegen, da die eindringenden Längsspannungen unmittelbar im Sprechkreis auftreten. Man muß deshalb durch geeigneten Mantelaufbau besonders gute Schutzfaktoren schaffen, um die Störungen klein zu halten. Daß dies gelingt, zeigt Abb. 7, in der der Schutzfaktor eines Breitbandkabels, die zu erwartenden Störspannungen und zum Vergleich auch die Nutzspannungen abhängig von der Frequenz aufgetragen sind. Man beachte die sehr kleinen Werte des Schutzfaktors und den großen Geräuschabstand von 10^4 bei 15 kHz und 10^5 bei 100 kHz.

f. Nebensprechen.

Zu den Außenstörungen ist auch das Nebensprechen zu rechnen, das heißt das Übertreten geringer Sprechleistungen von einem Sprechkreis in einen benachbarten Sprechkreis. Es tritt auf zwischen Gesprächen desselben Kanals, z. B. infolge induktiver oder kapazitiver Kopplungen der Leitungen oder als nichtlineares Nebensprechen, wenn das Gespräch eines Sprechkanals in den nicht völlig geraden Kennlinien gemeinsamer Röhren, Eisenspulen usw. neue Frequenzen erzeugt, die nun in einen Sprechkanal ganz anderer Frequenz fallen.

3. Innere, im System selbst entstehende Störungen.

a. Vom Nutzstrom erzeugte Störungen.

Die im Übertragungssystem selbst entstehenden Störungen können entweder von den Nutzströmen erzeugt werden oder immer vorhanden sein. Erstere Störungen kommen durch Nichtlinearitäten des Sprechkreises zustande. Legt man — um ein Beispiel zu nennen — an das Gitter einer Verstärkerröhre eine rein sinusförmige Spannung der Frequenz f , so ist der Anodenwechselstrom bei gekrümmter Kennlinie der Röhre verzerrt. Er enthält außer der Grundwelle f auch deren Oberwellen $2f$, $3f$ usw. Das Verhältnis des Effektivwertes der Oberwellen zur Grundwelle nennt man den Klirrfaktor. Gibt man auf das Gitter der Röhre zwei Sinusspannungen f_1 und f_2 , so enthält der Anodenwechselstrom außer den Frequenzen f_1 und f_2 und deren Oberwellen auch Kombinationstöne $f_1 \pm f_2$, $2f_1 \pm f_2$ usw. Man nennt den Effektivwert dieser neuen Frequenzen dividiert durch den Effektivwert der Ursprungsfrequenzen den Kombinationsfaktor.

Fallen die durch Klirren und Kombinationstonbildung entstehenden neuen Frequenzen in das Frequenzband des eigenen Sprachkanals, so handelt es sich um geräuschartige Störungen; fallen sie in einen Sprachkanal anderer Frequenz, um Nebensprechen. Allgemein müssen die Teile des Übertragungssystems, die mehreren Gesprächen gemeinsam sind, z. B. Trägerfrequenzverstärker oder Pupinspulen, sehr linear arbeiten, damit die Nebensprechstörungen, die aus fremden Kanälen eindringen, genügend klein bleiben. Dagegen können die Teile, die nur einem Gespräch angehören, wie Mikrofon, Fernhörer und Sprachfrequenzverstärker, größere Klirrfaktoren besitzen. Unser Ohr ist hierfür nicht sehr empfindlich, da es selbst nicht linear arbeitet. Ein Klirrfaktor von 30 bis 50 %, d. i. ein Geräuschabstand von $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$, vermindert die Silbenverständlichkeit etwa erst um 5 %, während ein Fremdgeräusch diese Minderung etwa schon bei einem Geräuschabstand von 1 : 60 hervorruft. Man bemüht sich natürlich, kleine Klirrfaktoren einzuhalten. Ein neuzeitliches Kohlemikrofon besitzt bei mittlerer Aussteuerung etwa 10 %,

ein älteres 20 % Klirrfaktor; der Fernhörer etwa 1 % und ein Sprachfrequenzverstärker ebenfalls rd. 1 % Klirrfaktor.

b. Rauschstörungen.

Die inneren Störungen des Übertragungssystems, die auch auftreten, wenn kein Gespräch geführt wird und von außen her keine Störungen eindringen, nennt man Rauschen. Es entsteht ein Rauschen z. B. im Mikrofon, und zwar unter der Wirkung des Speisestromes in den Übergangswiderständen des Kohlegrießes²⁾. Die Rauschspannung an den Klemmen eines neuzeitlichen Mikrophons ist jedoch nur 0,5 mV. Ältere, aber noch viel in Gebrauch befindliche Mikrophone haben Rauschspannungen von 1 bis 3 mV.

Weit wichtiger für die Netzplanung trägerfrequenter Verbindungen ist das thermische Rauschen. Es entsteht durch die Wärmebewegung der Elektronen in Widerständen, auch im Wellenwiderstand der Leitung. Bei normaler Temperatur ist die Rausch-EMK an einem Widerstand R (in kΩ) für eine Frequenzbandbreite F (in kHz):

$$E = 0,13 \sqrt{R F} \text{ in } \mu\text{V}.$$

Das Widerstandsrauschen ist also unabhängig davon, ob das Frequenzband bei tiefen oder hohen Frequenzen liegt und kann außerdem durch technische Mittel nicht beeinflusst werden.

Ähnlich verhält es sich mit dem Röhrenrauschen, das dadurch entsteht, daß der Anodenstrom infolge der quantenmäßigen Verteilung der Ladung auf Elektronen sich aus kleinsten Stromimpulsen zusammensetzt (Schroffekt). Man kann sich das Röhrenrauschen ersetzt denken durch das thermische Rauschen eines gedachten Gitterwiderstandes von etwa 5 kΩ. Um durch das Röhrenrauschen wenig gestört zu werden, bemüht man sich durch große Übersetzung im Eingangsübertrager möglichst große Nutzspannungen an das Gitter der ersten Röhre zu bringen. Es stört dann nur noch das Widerstandsrauschen der Leitung, das mitübersetzt wird. In der Höhe der Übersetzung ist man jedoch durch die Breite des Frequenzbandes beschränkt. Bei Übertragung eines Fernsehbandes kommt man z. B. an die erwünschte Übersetzung nicht heran, so daß das Röhrenrauschen stört. Bei Sprachübertragung kann dagegen die Übersetzung so gewählt werden, daß das thermische Rauschen der Leitung überwiegt.

Zusammenfassung.

Die Störwirkung von Geräuschen, die in einer Fernsprechverbindung entstehen, wird durch die Geräusch-EMK gekennzeichnet. Sie soll am Ende der Fernleitung gemessen nicht größer als 5 mV sein. Auf dem gesamten Übertragungsweg einer Sprechverbindung können Geräusche entstehen, teils von außen her eindringen, teils im System selbst sich bilden. Der Raumlärm im Sprech- und Abhörraum wird vom Mikrofon aufgenommen und in den Sprechkreis übertragen, mechanische Erschütterungen können an Kontakten Kratzgeräusche, in den Verstärkern Röhrenklingen hervorrufen. Von Starkstromanlagen werden durch Influenz oder Induktion Störungen erzeugt, ebenso von Hochfrequenzsendern und von unmittelbar benachbarten Fernmeldeleitungen. All diese Störungen lassen sich aber durch technische Mittel, die kurz besprochen werden, beherrschen.

Innere Störungen werden teils in Nichtlinearitäten vom Nutzstrom selbst erzeugt, teils treten sie auch bei Sprechruhe als Rauschstörungen auf im Mikrofon, in den Verstärkerröhren und in den Leitungswiderständen. Das Widerstandsrauschen läßt sich durch technische Mittel nicht vermindern.

²⁾ P. Just, ETZ 58 (1937) S. 1043.

Die selbsttätige Aufnahme einmaliger Vorgänge mit dem Elektronenstrahl-Oszillographen.

Von A. Bigalke VDE, Berlin.

Übersicht. Der Aufsatz beschreibt eine Einrichtung, die es ermöglicht, einmalige, unwillkürlich ablaufende Meßvorgänge selbsttätig mit dem Elektronenstrahl-Oszillographen aufzuzeichnen.

Periodische Vorgänge lassen sich jederzeit auf einfache Weise mit dem Elektronenstrahl-Oszillographen durch Benutzung eines vom Meßvorgang synchronisierten Kippgerätes für die Zeitablenkung beobachten und photographieren. Dabei ist die Leuchtfleckhelligkeit der Braunschen Röhre bis zu einem gewissen Grade bedeutungslos für die höchste zu beobachtende Meßfrequenz. Bedeutend schwieriger gestaltet sich die Untersuchung einmalig oder in unperiodischer Folge ablaufender Vorgänge. Hierunter fallen z. B. Untersuchungen an Schaltern, Isolatorprüfungen, Messungen des Verlaufes von Explosionsdrücken, mechanischen Erschütterungen und Bodenwellen, Aufzeichnung von gedämpften Schwingungen, Echo- und Kurzzeitmessungen, Aufnahmen von Lichtimpulsen u. a. m. Die Schwierigkeit liegt zunächst in der Forderung, das Kippgerät des Oszillographen erst in dem Augenblick zum Ansprechen und damit zum Auseinanderziehen des Vorganges zu bringen, in dem der Vorgang eintritt; denn bei periodischem Kippen des Zeitspannungsgenerators ist die Wahrscheinlichkeit, daß der Vorgang gerade bei Beginn einer Kipperiode eintritt, sehr gering. Er kann daher leicht zu einem Teil in den Rücklauf fallen und so für die Auswertung verlorengehen.

Da im Gegensatz zu periodischen Vorgängen der Leuchtschirm nur einmal überschrieben wird und an steil verlaufenden Stellen der Meßgröße diese sog. Schreibgeschwindigkeit oft sehr groß ist, reicht die Leuchtfleckhelligkeit normaler Braunscher Röhren meist nicht aus, um eine Schwärzung auf der photographischen Platte her-

durch den ablenkbereit auf dem Schirm der Elektronenstrahlröhre ruhenden Leuchtfleck ein. Der mechanische Verschuß der Photographiereinrichtung muß ja geöffnet werden, bevor der Vorgang eintritt. Geschieht dies auch nur $\frac{1}{10}$ s vor dem Beginn der Ablenkung, so wird das Negativ bei lichtstarken Elektronenstrahlröhren bereits in einem großen Bildbereich durch Überstrahlung geschwärzt, weil die in dieser Zeit vom Leuchtfleck ausgehende Lichtmenge bei schnell ablaufenden Vorgängen um mehrere Zehnerpotenzen größer sein kann als die von einem Punkt des geschriebenen Kurvenzuges emittierte.

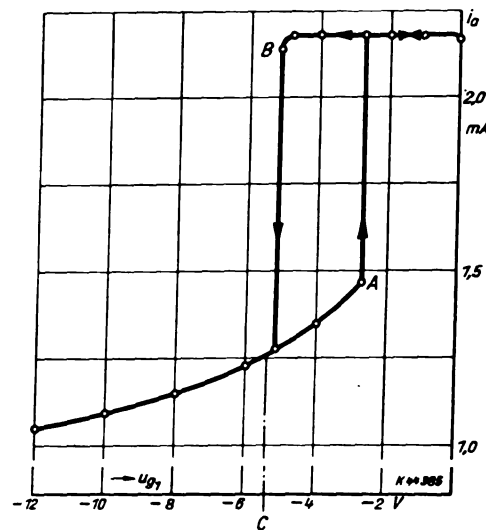
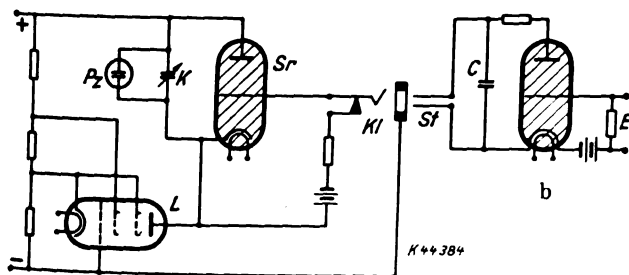


Abb. 2. Kennlinie $i_a = f(u_g)$ der Röhre AF 7 in der Schaltung nach Abb. 3.



- | | |
|-------------------------|----------------------|
| E Ringanschlussschleife | L Laderöhre |
| St Klinkenstecker | K Ladekondensator |
| Kl Klinkenschalter | P2 Zeitablenkplatten |
| Sr Stromrichtergefäß | |

Abb. 1. Zur einmaligen Auslösung eingerichtetes normales Kippgerät.

vorrufen zu können. Eine photographische Aufnahme ist jedoch bei schnellen Vorgängen zur einwandfreien Auswertung immer erforderlich. Die Benutzung Braunscher Röhren mit nachleuchtendem Schirm empfiehlt sich nur bei langsam ablaufenden Meßgrößen, weil der Leuchtschirm eine gewisse Zeit vom Elektronenstrahl angeregt werden muß, wenn die Nachleuchthelligkeit zu einer Ausmessung des Oszillogramms ausreichen soll.

Bei der photographischen Aufnahme tritt eine dritte Schwierigkeit bezüglich der Vorbelichtung der Schicht

Im folgenden sollen Anordnungen beschrieben und Möglichkeiten gezeigt werden, die es gestatten, unwillkürlich eintreffende einmalige Vorgänge mit normalen Elektronenstrahl-Oszillographen photographisch festzuhalten.

Zeitkreisauslösung. — Kippgeräte für einmalige Vorgänge, die durch den zu untersuchenden Spannungsstoß ausgelöst werden und dabei gleichzeitig über sog. Strahlsperrplatten den Elektronenstrahl freigeben, sind von der Hochspannungs-Ionenröhre her bekannt. Sie enthalten meist vier größere Elektronenröhren hoher Emission und sprechen bei sorgfältigem Aufbau mit Verzögerungszeiten von wenigen Zehntel μ s an. Wegen ihres großen Aufwandes konnten sie sich nicht in der allgemeinen Oszillographentechnik einführen.

In den handelsüblichen Elektronenstrahl-Oszillographen werden Kippgeräte verwendet, die aus einer Laderöhre (Penthode) und einer Entladeröhre hoher Emission, meist einem gittergesteuerten Stromrichtergefäß, bestehen. Die Laderöhre bewirkt dabei die lineare Aufladung des Kippkondensators, an dessen Belegen die Zeitablenkplatten der Elektronenstrahlröhre liegen, während die Entladeröhre bei einem bestimmten Spannungswert anspricht, den Kondensator entlädt und so den Rücklauf des Elektronenstrahls bewirkt. Dieser sich periodisch wiederholende Vorgang kann nun unterbrochen werden, indem man z. B. dem Gitter der Entladeröhre eine derartige Vorspannung erteilt, daß diese dauernd geöffnet bleibt, sie also ein Aufladen des Kippkondensators nicht

gestattet. Dadurch ist das normalerweise periodisch arbeitende Kippgerät zur Aufnahme einmaliger Vorgänge vorbereitet¹⁾. Abb. 1 a zeigt die übliche Schaltung eines Kippspannungsgenerators mit Stromrichtgefäß *Sr*. Dieses erhält zum periodischen Kippen eine bestimmte Vorspannung. Wird nun das Gitter durch den Klinkenschalter *Kl* freigelegt, so lädt es sich auf Anodenpotential auf und das Stromrichtgefäß brennt dauernd über die Laderöhre *L*. Der Leuchtfleck der Elektronenstrahlröhre befindet sich daher auf dem linken Schirmrand, denn der Ladekondensator *K* ist praktisch entladen (bis auf die Brennspannung der Entladeröhre). Wird nun das Gitter von *Sr* plötzlich an ein gegen Kathode negatives Potential gelegt, so wird das Stromrichtgefäß gelöscht, weil es nur mit dem geringen Ladestrom von etwa 5 mA brennt. Dieses Entladen des Gitters von der Anodenspannung (etwa 500 V) auf Erdpotential kann nach Abb. 1 b durch ein zweites Gefäß erfolgen, welches durch den aufzunehmenden Vorgang gesteuert wird. Mit dem Klinken-

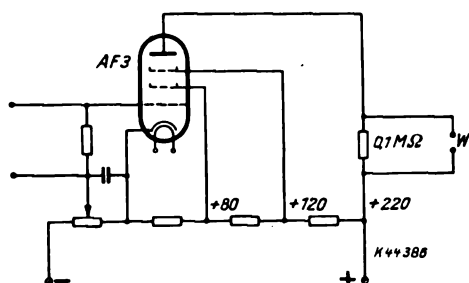


Abb. 3. Schaltung zur Erzeugung von Rechteckimpulsen für die Hellsteuerung der Elektronenstrahlröhre.

stecker *St* wird diese zweite Röhre mit der am Oszillographen vorgesehenen Anschlußklemme *Kl* verbunden. Die Röhre erhält eine so große negative Vorspannung, daß ein geringer zusätzlicher Spannungsstoß, der an die Eingangsklemmen *E* gelangt, ein Zünden bewirkt. Dadurch wird das Gitter von *Sr* entladen und die Zeitablenkung eingeleitet, weil die Laderöhre *L* den Kippkondensator *K* sofort auflädt. Nach Abklingen des Vorganges wird wieder der Ausgangszustand hergestellt, denn das zweite Gefäß lischt und damit zündet wieder *Sr*. Schließt man den aufzunehmenden Vorgang nicht unmittelbar, sondern über einen Verstärker an die Eingangsklemmen *E*, so genügen bereits Spannungen von einigen Zehntel Volt zum Ansprechen dieser Zeitkreis-Auslöseeinrichtung. Durch Vorschalten eines Gleichrichters kann erreicht werden, daß sowohl positive wie auch negative Spannungsstöße ein Ansprechen bewirken. Der Kondensator *C* in Abb. 1 b bewirkt ein kräftiges und längere Zeit anhaltendes Durchzünden des außen angeschlossenen Stromrichtgefäßes. Bei zu kleinem *C* setzt der Rücklauf zu früh ein. Durch diese Einrichtung wird das im Oszillographen vorhandene Kippgerät für die Aufnahme einmaliger Vorgänge erweitert. Die Ansprechverzögerung liegt in der Größenordnung von etwa 100 μ s; sie reicht für die meisten in der allgemeinen Meßtechnik vorkommenden einmaligen Vorgänge aus.

Hellsteuerung. — Um eine Vorbelichtung des Aufnahmematerials zu vermeiden, ist es unbedingt erforderlich, die Elektronenstrahlröhre durch den Wehnelt-Zylinder erst in dem Augenblick auf Hell zu steuern, in dem der Vorgang eintritt. Hierbei muß die während des Meßimpulses an den Wehnelt-Zylinder gelegte Hellsteuerspannung über die ganze Ablaufzeit konstant sein, sie kann also nicht unmittelbar vom Meßvorgang ab-

geleitet werden. Zur Umwandlung des beliebig verlaufenden Spannungsstoßes in einen Rechteckimpuls ist eine als Dynatron geschaltete Schirmgitterröhre geeignet. Abb. 2 zeigt den Anodenstrom abhängig von der Steuergitterspannung für eine nach Abb. 3 geschaltete Fünfpolröhre



Abb. 5. Vollständige Einrichtung zur selbsttätigen Aufnahme einmaliger Vorgänge, bestehend aus: Zweistrahl-Oszillograph, Hochspannungsgerät, Zeitkreis- und Hellsteuereinrichtung; Photographiereinrichtung abgenommen.

(AF3). Beim Durchlaufen der Gittervorspannung kippt der Anodenstrom an den Punkten *A* und *B* plötzlich um etwa 0,7 mA. Legt man den Wehnelt-Zylinder der Elektronenstrahlröhre an den Anodenwiderstand und wählt den Arbeitspunkt *C* (Abb. 2), so werden die auf das Gitter der Röhre kommenden, über einen

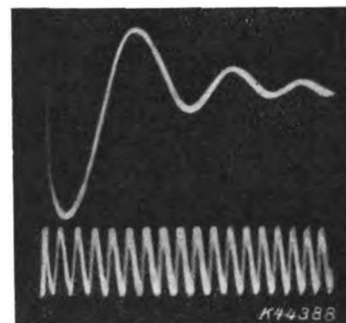


Abb. 6. Aufnahme eines Abschaltvorganges (Eichfrequenz: 5000 Hz, 20 V) mit dem Zweistrahl-Oszillographen.

Einbau eines Verzögerungskreises kann erreicht werden, daß bei den Nulldurchgängen des Meßvorganges nicht jedes Mal der Strahlstrom der Braunschen Röhre gesperrt wird.

Diese Anordnung arbeitet mit sehr kurzen Verzögerungszeiten, und es empfiehlt sich daher, sie u. U. auch zur Auslösung des Zeitkreises, z. B. durch Sperrung der Laderöhre *L* in Abb. 1, zu verwenden, weil man bei den dort benutzten Gasentladungsröhren immer mit längeren Entionisierungszeiten rechnen muß. Abb. 5 zeigt rechts dieses Hellsteuergerät mit dem oben beschriebenen Zeitkreisauslösegerät gemeinsam in ein Gehäuse eingebaut. Die beiden Klinkenstecker werden mit den betreffenden Anschlußklemmen des Oszillographen verbunden.

Oszillograph und Photoeinrichtung. — Es empfiehlt sich, einen Oszillographen mit Nachbeschleunigung des Elektronenstrahls zu verwenden²⁾. Diese Nachbeschleunigungsröhren haben von den zur Zeit auf dem Markt befindlichen Hochvakuum-Elektronenstrahlröhren die höchste Schreibgeschwindigkeit (rd. 50 km/s). Man benutzt zweckmäßig einen Zweistrahl-Oszillographen, weil die Auswertung des einmaligen Vorganges sehr erleichtert wird, wenn man mit dem zweiten Strahl gleichzeitig eine

¹⁾ Gemeinsam mit C. Fröhmer entwickelt.

²⁾ A. Bigalke, AEG-Mitt. (1937) S. 381.

Schwingung bekannter Frequenz mitschreibt. Zur photographischen Aufnahme sehr kurzzeitig ablaufender Meßgrößen sind lichtstärkste Objektive und verkleinerte Abbildung unerlässlich. Glaschromate sind dabei vollständig ausreichend und mit relativen Öffnungen $F = 1:1$ bei kurzen Brennweiten preiswert erhältlich.

In Abb. 5 ist die vollständige Einrichtung zur Aufnahme unwillkürlich eintreffender einmaliger Vorgänge wiedergegeben, während Abb. 6 eine Aufnahme zeigt. Es ist der Verlauf der Spannung an einer Induktivität oszillographiert, die auftritt, wenn eine 1,5 V-Batterie von der Spule abgeschaltet wird. Die mit dem zweiten Strahl gleichzeitig mitgeschriebene Eichfrequenz von 5000 Hz hatte einen Scheitelwert von 20 V. Das Diagramm läßt erkennen, daß die beim Abschalten entstehende Schwingung eine Frequenz von 820 Hz und eine Spitzenspannung von 80 V, also den über 50fachen Wert der abgeschalteten

Spannung, hatte. Ferner sieht man, daß die Hellsteuerung mit sehr geringer Verzögerung einsetzt, während der Zeitkreis mit einer Verzögerung von etwa 0,15 ms arbeitet.

Zusammenfassung.

Zur Aufnahme einmaliger Vorgänge wird ein Gerät beschrieben, welches die Elektronenstrahlröhre erst dann selbsttätig hell steuert und den Kippkreis des Oszillographen auslöst, wenn der Vorgang eintrifft. Es empfiehlt sich, einen Zweistrahl-Oszillographen mit Nachbeschleunigungs-Elektronenstrahlröhre zu verwenden, weil dann auch schnell ablaufende Meßgrößen photographiert und genau ausgewertet werden können. Die Zeitkreisauflösung arbeitet mit einer Verzögerungszeit von etwa 0,1 ms, was für viele Messungen ausreicht, weil die Hellsteuerung bereits etwa 10 μ s nach Eintreffen des Vorganges anspricht.

Schwebende Aufhängung durch elektromagnetische Kräfte: eine Möglichkeit für eine grundsätzlich neue Fortbewegungsart.

Von Hermann Kemper VDE, Berlin.

Übersicht. Der Aufsatz zeigt die Lösung der Aufgabe, mittels elektromagnetischer Zugkräfte Körper von hohem Gewicht an eisernen Schienen frei schwebend aufzuhängen. Der Wert dieser neuen Möglichkeit wird darin gesehen, gegebenenfalls für hohe Fahrgeschwindigkeiten die Bewegung von Eisenbahnfahrzeugen auf rollenden Rädern abzulösen durch ein schwebendes Gleiten entlang den eisernen Schienen.

In der letzten Zeit tauchen in verschiedener Form Vorrichtungen auf, bei denen durch elektromagnetische Kräfte kleinere metallische Ringe oder Körper entgegen der Erdschwerkraft frei in der Schwebe gehalten werden. Dabei wird die abstoßende Kraft benutzt, die zwischen magnetischen Wechselfeldern und den von diesen in den metallischen Ringen oder Körpern erregten Strömen auftritt. So ist beispielsweise eine kleine Zentrifuge für allerhöchste Drehzahlen geschaffen worden, bei der der Drehkörper elektromagnetisch schwebt und gleichzeitig durch die induzierten Ströme auch angetrieben wird. Bei dieser Zentrifugenbauart ergibt sich der Vorteil, daß jegliche mechanische Lagerung vermieden wird, für die es bei den hohen Drehzahlen keine geeignete Ausführungsform mehr gibt.

Der hier im kleinen erfolgreich benutzte Gedanke, die Kräfte elektromagnetischer Felder zu verwenden, um Körper entgegen der Schwerkraft frei schwebend zu erhalten, ist im Laufe der rückliegenden Jahrzehnte auch schon Gegenstand von Bemühungen zur Anwendung im großen gewesen. So hat man versucht, zu einer neuen Fortbewegungsmöglichkeit, einer Schienenbahn, zu kommen, bei der die Fahrzeuge elektromagnetisch schwebend an den eisernen Fahrschienen entlang gleiten, statt daß sie in der gewohnten Weise mit Rädern auf ihnen rollen. Hierbei lautet die Aufgabe, große Gewichte in der Schwebe zu halten. Es würde einen außerordentlich großen Aufwand erfordern, wollte man dies etwa durch magnetisch abstoßende Kräfte zwischen Fahrzeug und Schiene erreichen, ähnlich wie bei der eingangs erwähnten Anwendung; wahrscheinlich wäre das, ganz abgesehen von wirtschaftlichen Erwägungen, sogar technisch undurchführbar. Die Untersuchung der Verhältnisse dagegen, die bei elektromagnetischen Zugkräften vorliegen, etwa solchen zwischen Elektromagneten und eisernen Ankern, beweist, daß damit durchaus Erfolgsaussichten

für unseren Zweck bestehen. Die Anordnung einer Schienenbahn, bei der die Fahrzeuge elektromagnetisch schwebend aufgehängt sind und die man kurz „Schwebebahn“ nennen kann, muß man sich so vorstellen, daß die Fahrzeuge auf dem Dach Elektromagnete tragen und daß die eisernen Fahrschienen nicht unter, sondern über ihnen liegen und dabei die Rolle von Magnetankern spielen.



Abb. 1. Anordnung für magnetisch schwebende Aufhängung.

Bei der Verwendung von abstoßenden magnetischen Kräften ist die Aufgabe des „In-der-Schwebe-Haltens“ zwar grundsätzlich unschwer zu lösen, weil mit wachsender Entfernung des beeinflussten Körpers aus dem magnetischen Wechselfeld heraus die abstoßende Kraft abnimmt und diese an irgendeiner mehr oder weniger entfernten Stelle gleich dem Gewicht des Körpers wird. Es tritt somit von selbst ein Gleichgewichtszustand ein zwischen der anziehenden Erdschwerkraft und der magnetischen Abstoßkraft, eben der Schwebezustand. Mit magnetischen Anzugskräften ist die Sachlage nicht so einfach. Wie aber auch hier eine Lösung zu finden ist, das soll an Hand der Anordnung erläutert werden, wie sie in Abb. 1 in senkrechtem Schnitt gezeigt ist: Ein an einem Ende gelenkig gelagerter Elektromagnet befindet sich unterhalb eines eisernen Ankers. Wie sich diese Anordnung für gewöhnlich verhalten wird, ist ja bekannt: Wird die Stromstärke in der Wicklung des Elektromagneten so hoch, daß seine Zugkraft ausreicht, um die Schwerkraft zu überwinden, dann wird sein freies Ende von dem Grenzanschlag abgehoben, auf dem es aufliegt, solange der Magnet unerregt ist. Je mehr sich der Abstand x zwischen Magnet- und Ankerpolfläche verkleinert, um so mehr steigt, wenn die erregende Stromstärke unverändert bleibt, die Zugkraft an, um so stärker wächst gleichzeitig die Geschwindigkeit der Annäherung; der ganze Vorgang spielt sich in einem Augenblick ab und

stellt sich als ein schlagartiges Hochziehen des Elektromagneten dar, bei dem die Polflächen von Magnet und Anker aneinanderstoßen. Der beschriebene Kraftverlauf ist in Abb. 2 schaubildlich durch die Kurve II in Abhängigkeit vom jeweiligen Abstand x dargestellt, während

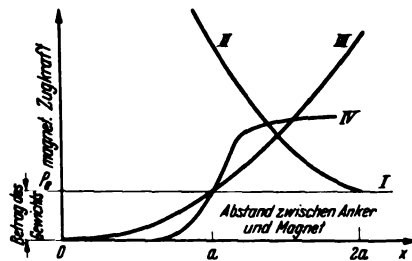


Abb. 2. Gestaltung der Zugkraft in Abhängigkeit vom Abstand zwischen Anker und Magnet.

die Gerade I die absolute Größe des unveränderlichen, der Zugkraft entgegenwirkenden Elektromagnetgewichts vorzubildlichen soll. Für die größtmögliche Entfernung der Polflächen, die auftritt, wenn der Elektromagnet auf dem Grenzanschlag aufliegt, ist der Wert $x = 2a$ angesetzt. Wenn der Abstand sich auf die Hälfte, auf $x = a$, verringert hat, ist die Zugkraft schon rd. vierfach größer als das Gewicht und steigt angenähert weiter quadratisch an. Soll ein Schwebevorgang erreicht werden, so muß der Verlauf der Zugkraft zwischen Elektromagnet und Anker grundsätzlich geändert werden. Ein früherer Vorschlag¹⁾ wollte diese Aufgabe lösen durch ein Hebelwerk, das, mechanisch vom Abstand zwischen Magnet und Anker beeinflusst, elektrische Widerstände in dem Stromkreis des Elektromagneten zu- oder abschaltete. Diese an sich mögliche Lösung ist durch Mittel, die mit Massenträgheit behafteter Teile bedürfen, kaum zu verwirklichen; sie wäre auch mit anderen, der Elektrotechnik damals zu Gebote stehenden Mitteln nicht mit Erfolg ausführbar gewesen. Nach der seitdem eingetretenen außerordentlichen Entwicklung der elektrischen Steuertechnik mit Elektronenröhren und vor allem mit Stromrichtern ist die Lösung heute aber einwandfrei möglich. Man kann die Zugkraftkurve in der Form so gestalten, wie man sie braucht. Bildet man sie so aus, daß sie sich nach Form I verhält, also so, daß sie zwischen den Grenzen $x = 2a$ und $x = 0$ gleich groß bleibt, so wird das Verhalten des Elektromagneten im eigentlichen Sinne des Wortes „schwebend“ zwischen den Grenzen, seine Schwerkraft ist aufgehoben. Dieser Fall läßt sich praktisch nicht vollkommen, jedoch angenähert verwirklichen. Gibt man der Zugkraft jedoch einen Verlauf, wie ihn Kurve III zeigt, dann treibt sie im Wechselspiel mit der Schwerkraft den Elektromagneten ständig zum Abstand $x = a$ hin; denn wächst der Abstand darüber hinaus, so wird die Zugkraft stärker als die Schwerkraft: der Elektromagnet wird wieder angezogen; sinkt dagegen der Abstand unter $x = a$, dann fällt die magnetische Zugkraft unter die Schwerkraft; die letztere vergrößert den Abstand wieder, bis die Gleichgewichtslage $x = a$ wieder eingenommen ist. Bei Abweichungen aus der Mittellage $x = a$ tritt also eine Richtkraft auf, die jegliche Abweichung auszugleichen strebt. Der Elektromagnet wird frei schwebend sozusagen in eine bestimmte Entfernung „gebannt“. Für den Zweck elektromagnetischer Aufhängung von Fortbewegungsmitteln ist allerdings dieser Zugkraftverlauf noch nicht der beste. Erwünschter ist ein solcher, wie ihn Kurve IV wiedergibt. Hier wächst die Richtkraft bei kleinen Abweichungen von $x = a$ nach beiden Seiten anfänglich sehr stark an, um sich dann bei größeren Abweichungen verhältnismäßig wenig mehr zu ändern. Bei solch einem Verhalten der Aufhängemagnete wird bei Belastung und Entlastung des Fahrzeuges der Abstand zwischen diesem und den Schienen nicht merklich ge-

ändert. Dies ist für ein Verkehrsmittel selbstverständlich grundlegend wichtig.

Wie mit Mitteln der neuen Steuertechnik Strom- und, was damit gleichbedeutend ist, Zugkraftänderungen der Elektromagnete in der erforderlichen Art und mit der notwendigen Schnelligkeit erreicht werden können, sei nun in den Grundzügen auseinandergesetzt. In Abb. 1 sind neben dem beweglichen Elektromagnet zwei Plattenpaare angedeutet. Die eine Platte eines jeden Paares ist jeweils räumlich feststehend isoliert am Anker angebracht und die zugehörige gegenüberstehende isoliert am Elektromagnet, mit dem sie sich auf- und abbewegt. Die Plattenpaare bilden zusammen jeweils einen Kondensator, dessen Kapazität steigt, wenn der Abstand x zwischen Magnet und Anker sich verringert, dessen Kapazität umgekehrt sinkt, wenn x wächst. Die beiden Kondensatoren C_1 und C_2 sind (Abb. 3) in Stromkreise eingeschaltet, die an eine hochfrequente Stromquelle (H) von

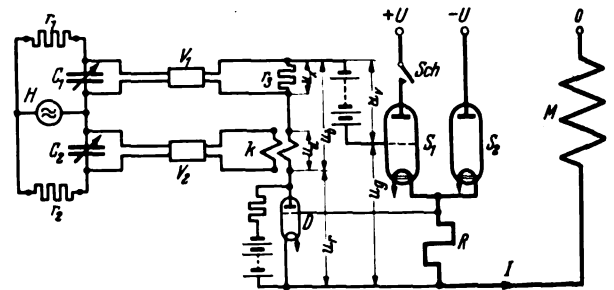


Abb. 3. Steuerschaltung für das elektromagnetische Schweben.

unveränderlicher Spannungshöhe angeschlossen sind. Die vorgeschalteten Widerstände r_1 und r_2 sind groß gegen $1/\omega C_1$ bzw. $1/\omega C_2$ und bewirken, daß die Stärke des Hochfrequenzstromes unabhängig von etwaigen Änderungen von C_1 und C_2 stets fast gleich bleibt. An den Kondensatoren entstehen daher Wechselspannungen, die größer sind, wenn ihre Kapazität klein ist, und kleiner sind, wenn diese groß ist; es entstehen also an C_1 und C_2 vom Abstand x abhängige Wechselspannungen, welche mit Annäherung von Elektromagnet und Anker sinken und mit Entfernung steigen. Diese Spannungen dienen als Eingangsspannungen für Elektronenröhrenverstärker (V_1 und V_2) und steuern über diese in nachfolgend näher erläuterten Art den Stromfluß zu der Wicklung M des Elektromagneten von den beiden Gleichstromquellen $+U$ und $-U$ her, die zwischen das mit 0 bezeichnete Wicklungsende und die beiden Stromrichter S_1 und S_2 geschaltet sind. Die Kondensatorplatten sind sozusagen dauernde Abstandswächter, Fühl- oder „Abstandssteuerglieder“.

Die Stromquelle $+U$ liefert so lange Energie an das Feld des Elektromagneten M , wie der Stromfluß über den Stromrichter S_1 geschlossen ist. Das Fließen des Stromes wird von $+U$ her jeweils eingeleitet durch entsprechende Erhöhung der Gitterspannung des Stromrichters S_1 ; der Strom kann unterbrochen werden durch Mittel, die aus der Steuertechnik der Stromrichter bekannt sind, z. B. durch jeweiliges Parallelschalten eines Kondensators zum Stromrichter S_1 . Geschieht diese Unterbrechung, die sinnbildlich durch den Schalter Sch angedeutet ist, regelmäßig in genügend rascher Zeitfolge, was durch Röhrenschaltungen leicht zu erreichen ist, z. B. auf einige tausendstel Sekunden zu bringen ist, so erhält das Gitter des Stromrichters S_1 die Herrschaft über die Zufuhr elektrischer Energie zum Feld des Magneten M . Solange nicht der höchstmögliche, durch die Spannungshöhe $+U$ und die Widerstände im Stromkreis bestimmte Wert erreicht ist, wächst bei positiver Spannung u_g des Gitters von Stromrichter S_1 die Stromstärke ständig an. Bei negativer Gitterspannung wird der Stromfluß durch den Strom-

¹⁾ Vgl. Österreichische Patentschrift Nr. 71 662 aus dem Jahre 1912 von Benjamin Graemiger in Zürich.

richter S_1 unterbunden und damit die Energiezufuhr und das Anwachsen des Stromes I . Der Strom wird jedoch nicht zu Null, sondern wechselt über den Stromrichter S_2 zur Stromquelle $-U$ über. Da $-U$ in der Spannung gegengeschaltet ist, wird nunmehr der Elektromagnet Energie an diese Stromquelle abgeben müssen, der Strom I beginnt zu sinken. Der Wechsel des Stromes vom Anwachsen zum Abnehmen bringt einen Wechsel in der induktiven Spannung im Magneten mit sich. Während diese, solange der Strom von $+U$ her fließt, der Spannung $+U$ und dem Wachsen der Stromstärke entgegenwirkt, treibt sie nunmehr den Strom durch den Stromrichter S_2 und die Gleichstromquelle $-U$.

Dieses Spiel zwischen Stromfluß einerseits durch $+U$, was Anwachsen des Stromes I und gleichzeitig der Zugkraft des Elektromagneten bedeutet, und andererseits durch $-U$, was Sinken des Stromes I und sinkende Zugkraft bedeutet, ist also allein davon abhängig, ob die Gitterspannung u_g hoch oder niedrig gehalten wird. Wenn die Gitterspannung in der richtigen Abhängigkeit vom Abstand x gewählt und gleichzeitig noch für ein dem Steuereinfluß genügend schnelles Folgen der Stromstärke I gesorgt wird, so wird sich zwischen augenblicklicher Elektromagnetstellung x und der jeweiligen Stromstärke bzw. der Zugkraft ohne störende zeitliche Verschiebung ein Verlauf erreichen lassen, wie er gewünscht wird. Es war schon gesagt, daß sich infolge des Wechsels in der Kapazität der als Abstandssteuerglieder tätigen Kondensatoren C_1 und C_2 eine Hochfrequenzspannung wechselnder Höhe an diesen einstellt. Die Spannung an C_1 wird in V_1 verstärkt und gleichgerichtet und ergibt an dem Ausgangswiderstand r_s eine Gleichspannung u_x , welche die Gitterspannung u_g des Stromrichters S_1 beeinflusst. Die entsprechende Gleichspannung u_x ist in ihrer Höhe abhängig von der Kapazität des Kondensators C_1 . Bei richtiger Polung läßt u_x die durch eine Vorspannung u_v auf den richtigen Arbeitspunkt eingestellte Gitterspannung u_g stärker positiv werden, wenn der Abstand x größer ist, und umgekehrt mehr negativ werden, wenn x kleiner ist. Dem „abstandsabhängigen Gitterspannungsanteil“ u_x wirkt ein anderer entgegen, die „Rückmeldespannung“ u_r . Dieser Gitterspannungsanteil wird abgeleitet aus einem Widerstand R von geringem Betrage, den der Magnetstrom I durchfließt. Je höher dessen Stärke ist, um so höher ist der Spannungsabfall in R , um so höher auch die durch die Dreipolröhre D verstärkte Rückmeldespannung u_r . Eine bestimmte Erhöhung der abstandsabhängigen Spannung u_x läßt infolge der wachsenden Gegenwirkung der Rückmeldespannung die Stromstärke I nur um einen begrenzten Betrag anwachsen. Wenn die Dreipolröhre linear verstärkt, ändert sich die Stromstärke I im eingespielten Zustand linear mit der abstandsabhängigen Spannung u_x . Die passenden Verhältnisse erreicht man durch Abstimmen der Verstärkungen und Vorspannen des Stromrichter-gitters durch die Gleichspannung u_v . Die Einstellung ist richtig, wenn bei dem mittleren Abstand $x = a$ ein Gleichgewicht zwischen der Schwerkraft und der Zugkraft des Elektromagneten eintritt, wenn also in dieser Stellung die Last schwebt. Auf welchen Wert sich dann bei Abweichungen aus der Mittellage die elektromagnetische Zugkraft einstellt, hängt von der Verstärkung von V_1 im Verhältnis zu der von D ab. Die Magnetpolfläche wird bei geeigneten Ausbildungsformen für den hier ins Auge gefaßten Zweck stets in ihren Maßen groß sein gegen das Maß des Abstandes x ; außerdem wird der magnetische Widerstand des Eisenweges für die Kraftlinien klein sein gegen den des Luftweges x , abgesehen von ganz kleinen Abständen. Schaltet man die letzteren aus, wie sich das von selbst als Forderung für praktische Verhältnisse ergibt, so ist das Verhalten des Magneten mit praktischer Genauigkeit dem einer Luftinduktivität gleich; außerdem kann man ohne merklichen Fehler von der Streuung der Kraftlinien an den Polkanten absehen und das magnetische Luftfeld als homogen betrachten. Dann gilt

für die Zugkraft je Einheit der Polfläche genügend genau die Maxwellsche Zugkraftformel:

$$p = \frac{1}{2} \mu H^2 = \frac{\mu}{2} \frac{I^2 w^2}{4 x^2},$$

wo H die magnetische Feldstärke und μ die Permeabilität in Luft ist. H ist gleich der Durchflutung, geteilt durch die Luftweglänge der Kraftlinien, also $H = I w / 2 x$; w ist die Gesamtwindungszahl beider Magnetwindungen zusammen (Abb. 1). Aus der vorstehenden Formel kann man ablesen, welchen Verlauf die Zugkraftkurven (Abb. 2) nehmen werden. Wenn die die Kondensatoren C_1 und C_2 bildenden Platten groß in ihren Seitenabmessungen gegen den höchstmöglichen Abstand $x = 2a$ gewählt werden, so ändert sich ihre Kapazität angenähert verhältnismäßig $1/x$, demzufolge wird die abstandsabhängige Steuerspannung u_x bei linearem Arbeiten von V_1 verhältnismäßig x . Da der Strom I seinerseits wiederum linear mit der Steuerspannung u_x steigt und fällt, tut er dieses also auch linear mit dem Abstand x . Man kann den linearen Anstieg so wählen, daß, wenn für den Mittelabstand a die Stromstärke $I = I_a$ ist, sie für $x = 2a$ gleich $2I_a$ und für $x = 0$ zu Null wird. Dann entsteht eine Zugkraftkurve wie I in Abb. 2, der Elektromagnet schwebt ohne Richtkraft im ganzen Bewegungsbereich. Nun kann man den linearen Stromanstieg durch schwächere Verstärkung der Dreipolröhre D stärker machen und durch Nachregeln der Vorspannung u_v wieder $I = I_a$ für $x = a$ einstellen. Dann wird die Stromstärke, wenn x über $x = a$ hinauswächst, stärker als vorher anwachsen, bei $x = 2a$ ist sie größer als $2I_a$ und andererseits schon Null, bevor $x = 0$ wird. Es ergibt sich so ein Kurvenverlauf von quadratischem Charakter nach III. Begrenzt man in der Verstärkereinrichtung V_1 die höchstmögliche Verstärkung, dann entsteht die gewünschte als ideal bezeichnete Kurve IV.

Ein einwandfreies Arbeiten für die Zwecke der Aufhängung eines sich bewegenden Fahrzeuges mit magnetischen Kräften an Eisenschienen ist allerdings mit der bis jetzt erläuterten Einrichtung noch nicht zu erwarten. Es ist zu beachten, daß die Fahrzeugmasse mit der Schwerkraft und Zugkraft im Wechselspiel ein schwingungsfähiges Gebilde darstellt. Durch irgendeine Ursache angefacht, würden ungedämpfte Schwingungen des Fahrzeuges gegenüber der Schiene entstehen, der beabsichtigte Zweck einer ruhig schwebenden Aufhängung würde vereitelt. Dies zu verhindern, dient das zweite Kondensatorplattenpaar C_2 (Abb. 1 und 3), das genau so wie C_1 über eine Verstärker- und Gleichrichtereinrichtung V_2 wirkt und im Ausgang der letzteren einen Gleichstrom erzeugt, der ebenfalls in seiner Größe vom Abstand x zwischen Elektromagnet und Anker abhängt. Wenn x steigt oder sinkt, steigt oder sinkt auch dieser Ausgangsgleichstrom des Verstärkers V_2 . Der Ausgangskreis des letzteren ist nun aber nur durch eine Kopplungsspule k mit dem Stromrichter-Gitterkreis verbunden. In diesem wird sich eine Spannung u_d daher nur geltend machen, wenn der Gleichstrom aus V_2 sich ändert; das ist der Fall, wenn der Elektromagnet sich gegenüber dem Anker bewegt. Wenn x wächst, ist die Richtung der Induktionsspannung u_d dem Sinn nach umgekehrt wie wenn x sinkt; u_d ist außerdem um so größer, je schneller die Änderung des Abstandes x vor sich geht. Wird die Polung der Kopplungsspule richtig gewählt, dann wirkt die induzierte Zusatzspannung u_d erhöhend auf die Energiezufuhr zum Elektromagnet, also zugkraftverstärkend, wenn der Abstand x zwischen Elektromagnet und Anker wächst, und zwar um so mehr verstärkend, je schneller dies geschieht. Umgekehrt ist die Wirkung der Induktionsspannung u_d kraftschwächend, wenn Anker und Elektromagnet sich aufeinander zu bewegen. Die Wirkung von u_d ist genau wie die einer dämpfenden Kraft bei einem Schwingungsvorgang, ohne allerdings wie die Dämpfung bei den ge-

wöhnlichen mechanischen Schwingungen einen Energieverbrauch zu bedingen; durch passende Wahl der Größenverhältnisse dieser „Dämpfspannung“ u_d kann die Rückführung des gegenseitigen Abstandes zwischen Elektromagnet und Anker aus irgendeiner gestörten Lage in die gewollte Mittellage zu einer gedämpften Schwingung oder auch zu einer aperiodischen Bewegung gemacht werden.

Mit einer Steuerung, wie sie hier beschrieben wurde, sind grundsätzlich die technischen Voraussetzungen zu erfüllen, die nach der Überschrift des Aufsatzes eine elektromagnetisch schwebende Aufhängung ermöglichen, welche den Forderungen genügt, wie sie für die Zwecke eines Verkehrsmittels grundsätzlich gestellt werden müssen.

Nach den gewohnten Vorstellungen über die Trägheit magnetischer Felder mag es fraglich erscheinen, ob die Stromänderungen im Elektromagneten genügend rasch gestaltet werden können. Der geschilderte Zweck wird offenbar nur erreicht werden, wenn in kürzester Frist die Zugkraft zwischen Elektromagnet und Anker den von den Abstandssteuergliedern, den beiden Kondensatoren C_1 und C_2 , ausgehenden Regeleinflüssen folgt. Eine eingehendere Untersuchung zeigt, daß in Zeiten von hundertstel Sekunden große Stromänderungen erforderlich sein können. Auf dem Wege zwischen dem Entstehen der Spannungsimpulse an den Kondensatoren C_1 und C_2 und der Bildung entsprechender Steuerspannungsanteile u_x und u_d bestehen keine Schwierigkeiten, da es leicht ist, in den Elektronenröhrenschaltungen störende Trägheitserscheinungen zu vermeiden. Die Schwierigkeit liegt jedoch darin, daß das Anwachsen des Stromes I der Gitterspannung des Stromrichters S_1 genügend rasch folgt. Wenn der Strom I aus der Stromquelle $+U$ über Stromrichter S_1 fließt, wächst er nach der bekannten Formel für den Ausgleichsvorgang in einem Stromkreis mit Selbstinduktion und Widerstand:

$$I = \frac{U}{R} \left(1 - e^{-\frac{R}{L} t} \right).$$

Hier ist für die Spannung U der Wert der Batteriespannung $+U$ abzüglich des Spannungsabfalls im Stromrichter S_1 zu setzen, für R ist der gesamte Wirkwiderstand und für L die gesamte Induktivität des Stromkreises anzusetzen. Abb. 4 stellt in Kurve I schaubildlich dar, wie etwa der Strom I auf den Höchstwert $I_{\max} = U/R$ anwachsen würde, wenn die Regelvorgänge nicht störend eingriffen. Die Kurve II gibt an, wie $+I_{\max}$ abfallen würde, wenn der Stromfluß durch Stromrichter S_1 zur Zeit $t=0$ unterbrochen und der Strom auf den Weg durch den Stromrichter S_2 und die Batterie $-U$ gezwungen würde, wobei die gleiche Formel gilt, indessen für U der Wert $-U$ zuzüglich des gleichsinnigen Spannungsabfalls im Stromrichter S_2 einzusetzen ist. Durch die Ventilwirkung von S_2 wird dieser Ausgleichsvorgang bei Durchgang durch Null gestört, der Strom erlischt. Oben wurde schon auseinandergesetzt, daß sich ein bestimmter Stromwert I ergibt aus der Wechselwirkung vom Anwachsen des Stromes, solange dieser über S_1 fließt, und Absinken, solange er über S_2 fließt. Anwachsen und Absinken erfolgen um so rascher, je höher die Spannungen $+U$ bzw. $-U$ gewählt werden. Durch die Anwendung genügend hoher Spannungen hat man es in der Hand, das notwendige rasche Folgen des Stromes entsprechend der Gitterspannung zu erzwingen, insbeson-

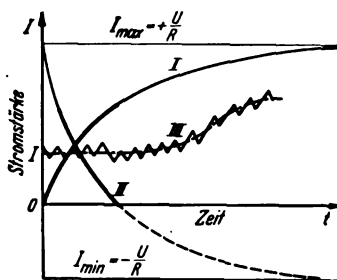


Abb. 4. Steuerung der Magnetstromstärke I .

dere auch kann man die Stromänderungen sich nur auf dem stark ansteigenden bzw. abfallenden, in Abb. 4 dick ausgezogenen Anfangsstück der Kurven I bzw. II abspielen lassen. Der oben geschilderte Stromrichtersteuervorgang gibt die Möglichkeit, eine Änderung der Stromstärke über den gewollten Wert hinaus zu verhindern. Die in dem Magnet letzten Endes fließende Stromstärke wird nicht mehr in der gewohnten Weise durch die im Stromkreis enthaltenen Wirkwiderstände bestimmt. Die Betriebsspannungen lassen sich daher weit über den sonst durch die Widerstände zwangsläufig festgelegten Wert hinaus steigern. Die Beschleunigung der Stromänderungen durch die Spannungsüberhöhung hat den Vorzug, daß sie fast keine Verluste mit sich bringt.

In Kurve III (Abb. 4) ist gezeigt worden, wie man sich praktisch den Verlauf der geregelten Stromstärke vorzustellen hat. Die strichpunktierte Linie stellt den von der Gitterspannung u_g geforderten Stromverlauf dar, der zackige Linienzug zeigt, in welcher Weise dieser etwa durch den Regelvorgang nachgebildet wird. Wenn der Strom durch Stromrichter S_1 fließt, steigt jeweils die Stromstärke an wie auf dem stark ausgezogenen Teil der Kurve I ; fließt der Strom durch S_2 , so sinkt er längs Kurve II ab. Die Abweichungen des tatsächlichen Stromverlaufs von dem durch die Steuerspannung vorgegebenen ist um so kleiner, in je kleineren Zeitabständen der Strom im Stromrichter S_1 unterbrochen wird.

Um die theoretischen Zusammenhänge auf ihre Richtigkeit hin zu prüfen und Unterlagen aus praktischen Versuchen zu gewinnen, wurde vom Verfasser ein größeres Versuchsmodell nach Abb. 1 gebaut. Dieses Modell hatte folgende Hauptdaten: Die Polflächen von Anker und Elektromagnet maßen 30×15 cm. Der Kern des Magneten und der Anker waren aus Transformatorenblech aufgebaut. Das Gewicht des magnetisch genutzten Eisens und der Kupferwicklung betrug bei dem Elektromagnet 88 kg. Durch die außerordentlich kräftig ausgeführten eisernen Befestigungen wurde dieses Gewicht noch stark erhöht, so daß im Schwerpunkt der magnetischen Zugkraft (P , in Abb. 1) als Gesamtgewicht 156 kg zu rechnen waren. Bei den Versuchen wurde als Betriebsspannung keine Gleichstromquelle für $+U$ benutzt, sondern eine Wechselstromquelle von 50 Hz (Entnahme aus einer Phase eines 380 V-Drehstromnetzes), wodurch sich eine Zusatzeinrichtung für die künstliche Stromunterbrechung (Sch in Abb. 3) sparen ließ. Es ergab sich, daß für die Zwecke eines ruhenden Versuchsmodells schon solch ein 50periodiger Wechselstrom gute Ergebnisse bringt, obgleich das Gitter des Stromrichters S_1 dabei nur jeweils alle fünfzigstel Sekunde einen Steuerungseinfluß ausüben kann. Die Versuche zeigten kurz folgendes: Der Elektromagnet schwebt, wenn die Spannung des Wechselstromnetzes nicht schwankt, vollkommen ruhig. Es war nur ein leises Erzittern entsprechend der Frequenz des Stromes zu spüren. Der Elektromagnet konnte bei einer magnetischen Induktion im Luftraum von etwa 2500 G und einem Leistungsverbrauch von 0,27 kW ohne nennenswerte Erwärmung dauernd z. B. 210 kg in der Schwebe halten, wenn der Abstand zwischen den Polflächen bei dem Schweben auf 15 mm eingestellt wurde. Es ließ sich also trotz des schwerfälligen Aufbaus und des erheblichen Abstandes noch eine Nutzlast von gut 50 kg anhängen. Das Anheben des auf 210 kg Gesamtgewicht beschwerten Elektromagneten geschah dabei ohne Anstand aus der doppelten Entfernung $x = 30$ mm. Die Regelung wirkte so gut, daß eine plötzliche Gewichtsänderung um die Nutzlast keine merkbare Abstandsänderung zur Folge hatte; es wurde also vom Modell die vorher gekennzeichnete, für Verkehrsmittel wichtige Forderung erfüllt. Überhaupt bestätigten die Versuche, daß die Überlegungen richtig sind und die Aufgabe, durch elektromagnetische Zugkräfte schwere Fahrzeuge an eisernen Schienen schwebend aufzuhängen, mit den heute zur Verfügung stehenden Mitteln mit Sicherheit lösbar ist.

Es soll nicht weiter ausgeführt werden, wie im einzelnen der Aufbau eines Fahrzeuges zu denken wäre, bei dem das Rollen auf Rädern durch das magnetische Schweben entlang den Schienen ersetzt würde. Eine Andeutung davon geben die beiden deutschen Patentschriften Nr. 643 316 und 644 302. Es ist zweifellos, daß das schwebende magnetische Gleiten in seiner besonderen Eigenart große Vorzüge gegenüber der Bewegung auf Rädern bietet. Offenbar fällt jegliche mechanische Abnutzung der Schienen durch das Befahren fort. Die Voraussetzung zu vollkommener Geräuschlosigkeit ist gegeben, weil ja keinerlei körperliche Berührung zwischen Fahrzeug und Schienen auftritt. Das Prinzip gestattet eine solche Ausgestaltung, daß die Fahrt dem benutzten Worte entsprechend tatsächlich „schwebend“ wird, vollkommen stoß- und erschütterungsfrei. Wissenswert ist noch, wie groß sich der Energieverbrauch für das Schweben stellen wird. Eine Umrechnung der Versuchsergebnisse zeigt, daß ein Fahrzeug mit einem Gewicht von 40 t, wie es etwa ein D-Zug-Wagen der Deutschen Reichsbahn aufweist, einen Leistungsaufwand von etwa 51 kW erfordern würde, wollte man den Wagen schwebend in 1,5 cm Abstand von den Schienen führen. Dieser Leistungsaufwand würde an die Stelle des für die rollende Reibung und die Lagerreibung des Räderfahrzeuges sonst erforderlichen treten. Der letztere berechnet sich nach der bei der Eisenbahn gebräuchlichen Formel zu

$$N = Q \left[2,5 + 0,0142 \left(\frac{V}{10} \right)^2 \right] V \cdot 2,72 \cdot 10^{-3} \text{ Kilowatt,}$$

wenn Q das Gewicht des Fahrzeuges in t und V die Geschwindigkeit in km/h ist. Beispielsweise ergibt sich ein Verbrauch von etwa 43 kW bei dem 40 t-Wagen, wenn $V = 100$ km/h ist. Man sieht, daß bei dieser Geschwindigkeit die schwebende Aufhängung schon nicht mehr weit unterlegen sein würde. Bei geringen Geschwindigkeiten verschiebt sich unter Annahme gleichbleibender Abstandsverhältnisse das Bild zuungunsten der schwebenden Aufhängung. Denn bei dieser ist der Leistungsverbrauch in weiten Grenzen unabhängig von der Fahrgeschwindigkeit. Daher steigt der Energieverbrauch z. B. für eine durchfahrene Strecke von 100 km, wenn sie statt in einer erst in zwei Stunden, also mit 50 km/h Geschwindigkeit, zurückgelegt wird, von 51 kWh auf 102 kWh, bei 25 km/h schon auf 204 kWh usw. Bei geringen Geschwindigkeiten ist im Energieverbrauch die Fortbewegung auf Rädern überlegen. Dagegen sinkt bei hohen Fahrgeschwindigkeiten der Arbeitsverbrauch bei der schwebenden Bewegung. Er wird in dem Beispiel 25,5 kWh für 100 km Strecke bei 200 km/h; bei der Räderbahn dagegen steigt er hier auf 89 kWh. Den Naturgegebenheiten nach ist das elektromagnetisch schwebende Fahren offenbar geeignet für hohe und höchste Fahrzeuggeschwindigkeiten. Der besondere Vorteil dabei ist, daß jegliche Beanspruchung von Rädern durch Fliehkräfte und Stoß entfällt. Man könnte im ersten Augenblick meinen, daß bei hohen Geschwindigkeiten außer den Verlusten, die sich aus den Stromwärmeverlusten in den Magnetwicklungen ergeben, noch erhebliche Wirbelstromverluste in den eisernen Schienen auftreten müßten, weil dann das Magnetfeld der Tragmagnete sich rasch hindurchbewegt. Durch geeignete Ausbildung der Magnetform an den Fahrzeugspitzen und den Fahrzeugenden läßt sich jedoch der für die Wirbelstromverluste bestimmende Anstieg bzw. Abfall des Magnetfeldes so gering halten, daß diese selbst bei außerordentlich hohen, weit über den heute benutzten liegenden Geschwindigkeiten noch sehr klein bleiben; die Stromwärmever-

luste sind allein bestimmend, die Hystereseverluste spielen überhaupt keine bemerkenswerte Rolle.

Nun ist der vorstehende Vergleich gemacht auf Grundlage eines mittleren Fahrabstandes von 1,5 cm zwischen Fahrzeug und Schiene; das ist ein Abstand, bei dem man vielleicht annehmen kann, daß bei der Fahrt eine größtmögliche Schwankung um 1 cm nach beiden Seiten vorkommen darf, so daß als Kleinstabstandswert 0,5 cm und als Höchstwert 2,5 cm gelten würde. Es läßt sich natürlich ohne praktische Versuche nicht voraussagen, ob diese Annahme für beispielsweise 100 km/h Fahrgeschwindigkeit paßt. Muß man den Abstand im Mittel größer wählen, z. B. 2 cm, wobei dann vielleicht Schwankungen zwischen 0,5 cm und 3,5 cm zugelassen werden könnten, dann steigt bei gleichen Verhältnissen der Leistungsaufwand quadratisch mit dem mittleren Abstand, hier also auf das 1,78fache. Durch Mehraufwand an Eisen und Kupfer für die Magnete und Eisen für die Schienen kann allerdings ein gewisser Ausgleich erfolgen; das ist aber eine Kostenfrage. Den Kosten aber soll hier, obgleich sie entscheidend wichtig sind, keine Aufmerksamkeit geschenkt werden, da nur die technische Seite betrachtet werden soll. Ist eine Verringerung des Abstandes möglich, so sinkt der erforderliche Leistungsaufwand ebenfalls mit dem Quadrat des Abstandsverhältnisses, und dann würden sich erheblich günstigere Ergebnisse zeigen.

Die vorstehenden Ausführungen betreffen nur das Grundproblem einer elektromagnetischen Schwebebahn. Eine Entscheidung, ob sich damit ein brauchbares Verkehrsmittel schaffen läßt, bedarf noch der Berücksichtigung und Lösung vieler technischer und auch wirtschaftlicher Fragen, deren Aufzeigung über den Rahmen eines Aufsatzes hinausgehen würde. Der Zweck ist hier, auf das Problem der elektromagnetischen Schwebebahn aufmerksam zu machen und zu seiner Weiterverfolgung anzuregen.

Zusammenfassung.

Der Aufsatz zeigt, daß es mit den heutigen Mitteln der elektrischen Steuertechnik möglich ist, schwere Körper durch magnetische Zugkräfte zwischen Elektromagneten und eisernen Ankern frei schwebend aufzuhängen. Dazu werden Stromrichter benötigt, die von Elektronenröhren gesteuert werden. Die grundsätzliche Schaltung wird angegeben. Die Steuerimpulse werden erzeugt durch Kondensatoren, die als Abstandsfühler dienen. Von den Platten, welche paarweise die Kondensatoren bilden, ist jeweils die eine am eisernen Anker fest angebracht, die andere mit dem Körper beweglich; dadurch ändert sich die Kapazität mit dem gegenseitigen Abstand. Dies ist der Ausgangspunkt der Steuerung. Es wird gezeigt, wie die Trägheit der elektromagnetischen Felder durch überhöhte Betriebsspannung überwunden und eine genügend rasche Feldänderung erzwungen wird, um mit jeder Sicherheit das Schweben aufrechterhalten zu können. Ferner wird ein Weg angegeben, um das Entstehen von mechanischen Schwingungen des Systems zu verhindern, das aus der Körpermasse, der Erdschwerkraft und der magnetischen Zugkraft besteht.

Ergebnisse an einem größeren Versuchsmodell werden mitgeteilt, mit dem erstmalig das elektromagnetische Schweben unter Anwendung magnetisch anziehender Kräfte dargestellt wurde. Von den Versuchsergebnissen ausgehend wird die Möglichkeit erörtert, eine Eisenbahn für hohe Fahrgeschwindigkeiten zu schaffen, bei der die Fortbewegung der Fahrzeuge durch Räder, die auf Schienen rollen, abgelöst wird durch eine elektromagnetische Aufhängung, die ein schwebendes Entlanggleiten an eisernen Führungsschienen ergibt.

Metadyne.

621. 313. 226

Über diese von Pestarini entwickelte Gleichstrommaschine sind in jüngster Zeit einige Veröffentlichungen erschienen, von denen zwei hier kurz besprochen werden sollen.

berg als Zugbeleuchtungsdynamo geschaffen wurde, beruht auf der Wechselwirkung der verschiedenen Ankerfelder. Bei beispielsweise vier Bürsten je Polpaar bildet das eine, das primäre Ankerfeld, das wirksame Erreger-

Zeichenerklärung zu Abb. 3:

- a Kreuzschaltung (vgl. auch Abb. 1 und 2)
- b Achterschaltung
- c Y-Schaltung
- d Dreizackschaltung
- e Spinnenschaltung
- f Lothringer Kreuzschaltung
- g Autotransformer-Schaltung

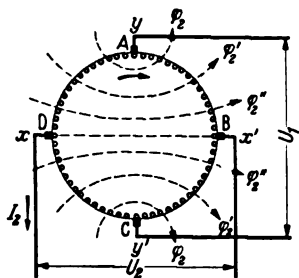


Abb. 1. Grundschematische Darstellung einer zweipoligen Metadyne in Kreuzschaltung. AC Primärbürsten, BD Sekundärbürsten.

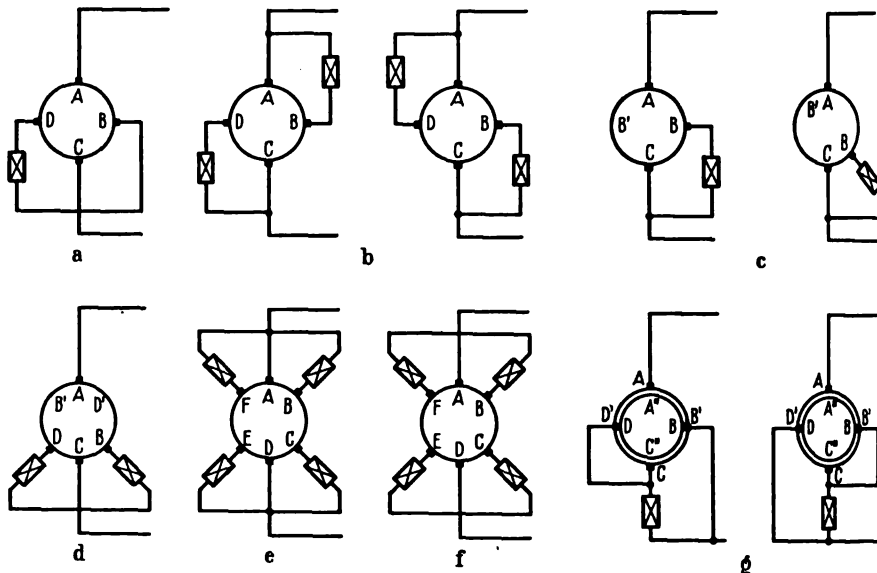


Abb. 3. Die wichtigsten Schaltungen einer zweipoligen Metadyne.

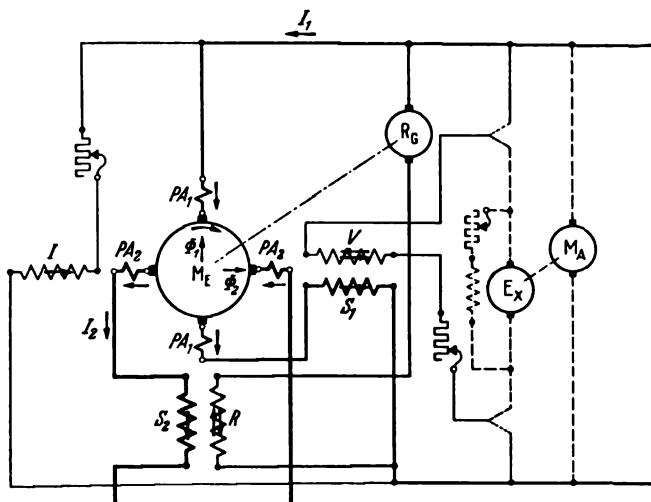
a) In einem Zeitschriftenaufsatz¹⁾ gibt Léger eine ausführliche Beschreibung zweier vierachsiger Verschiebelokomotiven der Paris-Orleans-Midi-Bahn, die ursprünglich (vor dem Kriege) als Güterzuglokomotiven für 500 V gebaut, jetzt (1935) für 1500 V Fahrdrachtspannung benutzt wurden und als Zwischenglied je einen Metadyne-

feld für den Sekundärkreis, und das sekundäre ist die Erregung für den Primärkreis.

In dem einfachsten und wohl am häufigsten ausgeführten Falle der „Kreuzschaltung“, nämlich vier unter 90° versetzten Bürsten (Abb. 1), wird den Bürsten AC der Primärstrom unter konstanter Spannung U_1 zugeführt und den Bürsten BD der Sekundärstrom bei veränderlicher Spannung U_2 entnommen. Daß dieser Strom konstant bleibt, folgt bei Vernachlässigung der Verluste aus der Umformergleichung $U_1 I_1 = U_2 I_2$, und der Beziehung (bei ungesättigtem Eisen) $U_2 = k I_1$; das ergibt $I_2 = U_1/k$ (k = Konstante), d. h. bei konstant gehaltenem U_1 den konstanten Sekundärstrom I_2 . Belastungsänderungen im Sekundärkreis drücken sich also nur durch Änderungen der Sekundärspannung U_2 aus. Die praktische Ausführung erfordert eine Anlaßwicklung zum Anwerfen des Umformers und einen Antriebsmotor zur Deckung der Verluste und Beschränkung der Drehzahl-schwankungen.

Dieses theoretisch außerordentlich einfache Schema wird aber bei Umsetzung in die Praxis recht verwickelt. Zunächst müssen in den Wendezonen genügend breite Polücken zur Aufnahme von Wendepolen ausgespart werden, so daß aus einem zweipoligen ein vier- bzw. sechspoliges Modell entsteht. Wegen der bei Spaltpolmaschinen stets vorhandenen Funkenempfindlichkeit darf die elektromagnetische Ausnutzung nur gering sein; ein schwacher Punkt aller Quersfeldmaschinen. Mit Rücksicht auf Drehzahlkonstanz, Stabilität und Regelung des Sekundärstromes muß eine Metadyne ferner eine Reihe von Zusatzwicklungen und gewisse Zusatzmaschinen erhalten, die den Bau verteuern. Das läßt sich unschwer aus dem Schema einer solchen Ausführung in Kreuzschaltung, Abb. 2, ablesen. Das System der Vielfachbürstenmaschine ist nicht auf eine Trennung der beiden Stromkreise beschränkt, sondern erlaubt noch viele andere Kombinationen, von denen die wohl am meisten benutzten in Abb. 3 schematisch dargestellt sind; die Zahl und Lage der Bürsten richtet sich nach den jeweiligen Anforderungen, doch bleibt die Umformung aus konstanter Spannung in konstanten Strom die grundlegende Eigenschaft aller Varianten.

Für die eingangs erwähnte Lokomotive ist die „Dreizackschaltung“ (Abb. 3 d) gewählt, deren Sekundärbürsten unter 90° symmetrisch zur primären Bürstenachse stehen. Wegen der ausschließlichen Verwendung eines Gleich-



- | | |
|-----------------------|---------------------------------|
| M_F Metadyne | PA_1, PA_2 Wendepolwicklungen |
| R_G Regelmaschine | R Regelwicklung |
| E_X Erregermaschine | S Stabilisierwicklung |
| M_A Motor für E_X | V Variatorwicklung |
| I Anlaßwicklung | |

Abb. 2. Schaltbild einer Metadyne nach Abb. 1.

Umformer erhalten. Einleitend erläutert Léger das Wesen der Metadyne und ihre Eigenschaften als Umformer. Sie ist gekennzeichnet durch das Vorhandensein von mehr als zwei Bürstenachsen — gewöhnlich sind es drei oder vier — je Polpaar, wodurch der Ankerumfang in mehrere Abschnitte, „Cyklen“, geteilt wird. Die Wirkungsweise einer solchen Vielfachbürsten- oder Quersfeldmaschine, deren erste brauchbare Ausführungsform 1905 von Rosen-

¹⁾ Rev. Electr. Mécan. 53 (1937) Mai/Juni-Heft, S. 13; 27 S., 27 Abb.

strom-Trommelankers mit Durchmesserwicklung muß jede Sekundärbürste zwei diametral gelegene Wendepole erhalten, so daß die zweipolige Maschine die Form einer sechspoligen mit sechs Wendepolen annimmt, dadurch wird aus rein geometrischen Gründen der Ankerdurchmesser groß. Die Anordnung ist so getroffen, daß alle vier Motoranker in Reihe im Sekundärkreis und die vier hintereinandergeschalteten Feldwicklungen in Reihe mit einer Erregermaschine und einer den Primärkreis beeinflussenden Ständerwicklung (dem Variator) der Metadyne liegen. Ihre Nennleistung beträgt bei 995 U/min 105 kW = 870 V, 120 A sekundär, primär liegt sie an der Oberleitungsspannung von 1500 ($\pm 10\%$) V. Da die vier Fahrmotoren für den früheren Güterzugbetrieb bei 500 V eine Stundenleistung von 166 kW, 390 A bei 375 U/min hatten, sind sie im Verschiebedienst bei 700 V Sekundärhöchstspannung nur mit rd. 10 % ausgenutzt. Das Gewicht der Lokomotive beträgt 60 t, das der Metadyne nebst Zubehör allein 12,5 t, was angesichts der bescheidenen Leistung als reichlich hoch bezeichnet werden muß. Daß die gewählte Schaltung eine gute Anpassung an die verlangten Zugkraft-Geschwindigkeitskurven und bequemes Bremsen durch Stromrückgewinnung (bis zum Stillstand) erlaubt, ist ohne weiteres verständlich, denn Metadynen sind umkehrbare Umformer; daß aber die beträchtlichen Stromersparnisse, die Léger zu 20 bis 38 % auf Grund von Messungen nennt, der Verwendung der Metadyne allein zugeschrieben werden, ist nicht berechtigt. Der Umbau der veralteten feldschwächlosen Widerstandsschaltung in eine der verschiedenen neuzeitlichen und vielfach bewährten Stromrückgewinnungsschaltungen mit Batterie oder normal gebauten Motorgeneratoren hätte vermutlich die gleichen Gewinnzahlen ergeben und wäre bestimmt leichter und billiger geworden.

b) Unter der Überschrift „Mitteilungen über die Metadyne“ nimmt ferner P. e s t a r i n i selbst in einem umfangreichen Aufsatz²⁾ das Wort und erläutert im ersten Teil zunächst ausführlich die Eigenschaften des Konstantstromsystems (wie es in größerem Maßstabe zuerst Thury geschaffen hat) gegenüber dem üblichen Konstantspannungssystem. Er stellt in 21 Punkten die Vor- und Nachteile beider Verteilungsarten einander gegenüber und kommt zu dem Schluß, daß die Konstantstromverteilung zu Unrecht vernachlässigt worden sei und sich für viele Anlagen besser eigne als das ausschließlich benutzte Konstantspannungs- oder „Nebenschluß“-system. Da es, nach seiner Ansicht, bisher an einfach und kräftig gebauten Maschinen für Konstant- oder „Reihenschluß“-system gefehlt habe, versucht Pestarini zu beweisen, daß die von ihm entwickelte Metadyne dazu berufen sei, diesem Mangel abzuhelfen, da sie allen Anforderungen bezüglich Anpassungsfähigkeit, leichter Bedienung und Betriebssicherheit genüge. Er stellt sie als allgemeinste Form einer Dynamo hin, deren einer Sonderfall die normale Gleichstrommaschine sei. Sodann wird in sehr allgemein gehaltenen Betrachtungen das Wesen einer Metadyne, ihre statische und dynamische Kennlinie, ihr Verhalten als Umformer, Generator und Motor erläutert. Wünschenswert wäre es gewesen, wenn die dabei abgeleiteten Formeln mehr ausgebaut worden wären. In ihrer jetzigen Form sind sie zu allgemein und wenig durchsichtig. Hinweise auf die Kommutatorbeanspruchung durch mehrere Bürstensäetze und Bürstenströme, auf die durch die übereinanderlagerung mehrerer Ströme in einer Ankerwicklung entstehenden Verluste und die Mittel zur Beherrschung der Stromwendung fehlen ebenso wie in dem Aufsatz a) von Léger. Im zweiten Teil geht P. nach einer kurzen Bemerkung über die vielen möglichen Kombinationen (eine Zahlen-tafel enthält 21 davon) auf die wichtigsten Schaltungen ein und erläutert zunächst den Umformer in „Kreuzschal-

tung“ [Aufsatz a), Abb. 2] und die dort gegebene Beschreibung. Sodann gibt er eine Beschreibung der Metadyne als Motor, des „Metamotors“, Abb. 4. Die „Variator“-Feldwicklung W gibt das Anfahrmoment Φ_2 des mit konstant bleibendem Strom I_1 gespeisten Motors, bei steigender Drehzahl erzeugt der „Überkompensator“ H ein das

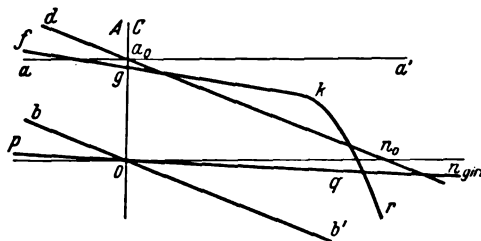


Abb. 5. Kennlinien des Metamotors nach Abb. 4.
Abszisse: Drehzahl n ; Punkt n_0 = vorgeschriebene Grenzdrehzahl
Ordinaten: Durchflutungen (bei ungesättigtem Eisen gleichzeitig Flüsse und Momente)
 a, a', a'' Durchflutung der Variatorwicklung
 b, b' Differenz aus Überkompensations- und Ankerdurchflutung
 d, a_0, n_0 resultierende Durchflutung in der Sekundärachse und Teildrehmoment aus Sekundärfluß $\times$ Primärstrom
 p, o, q Teildrehmoment proportional I_1 und n
 f, g, k, r Fluß und Drehmoment bei gesättigtem Eisen

sekundäre Ankerfeld Φ_2' überwiegendes Feld Φ_2 , das bei bestimmter Drehzahl Φ_2' aufhebt, also das Drehmoment Null ergibt. Die Kennlinie für Fluß und Moment, abhängig von der Drehzahl, wird durch die Linie $fgkr$ in Abb. 5 dargestellt. Als weitere Beispiele werden der Umformer in 8er-Schaltung (Abb. 3 b) und der „Metagenerator“, Abb. 6, besprochen und durch Kennlinien erläutert; ihre ausführliche Wiedergabe würde hier zu weit führen. Im Schlußabschnitt, dem dritten Teil der Abhandlung, gibt Pestarini eine Übersicht über die bisher gebauten Maschinen und Anlagen, von denen hier nur die bemerkenswertesten erwähnt werden mögen. Auf dem französischen 15 000 t-Dampfer „Colombie“ speisen zwei

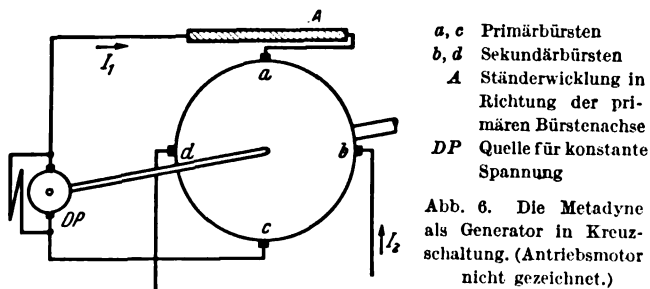


Abb. 6. Die Metadyne als Generator in Kreuzschaltung. (Antriebsmotor nicht gezeichnet.)

Metaumformer von je 110 V primär die Hilfsantriebe (Winden, Spills usw.) mit ± 300 V, 400 A. Von den unter a) genannten Verschiebelokomotiven sind sieben Stück im Betrieb, sieben weitere im Bau. Auf der Londoner U-Bahn ist ein Versuchszug mit einem Umformer für 600 V, 675 kW als Zwischenglied zwischen dritter Schiene und den Fahrmotoren mit dem Erfolg betrieben worden, daß 58 weitere Ausrüstungen bestellt wurden. Ferner sind auch auf italienischen Schiffen Metadynen zur Versorgung der Hilfsantriebe und in den V. S. Amerika zur Erregung großer Generatoren von dieselektrischen Lokomotiven für die Steuerung nach der erforderlichen Hyperbelcharakteristik gebaut worden.

Da die Gesamtleistung aller bisher gebauten Metadynen rd. 53 000 kW beträgt, ist es Pestarini offenbar gelungen, die mit dem Quersystem verbundenen Schwierigkeiten, insbesondere die Kommutierung, zu überwinden und durch die Vorteile der verlustarmen und stetigen Regelung das zweifelloso vorhandene Mehrgewicht erträglich zu machen. Ob ein technischer Fortschritt und in welchem Umfange durch die Metadyne erzielt ist, läßt sich trotz der umfangreichen Aufsätze nicht beurteilen, weil keine Anhaltspunkte über die Bemessung und Beanspruchung gegeben, Vergleiche mit normalen Maschinen gleicher Leistung und gleicher Eigenschaft mithin nicht ermöglicht sind.

C. Trettin VDE.

²⁾ M. Pestarini, Elettrotecnica 24 (1937) S. 459; 20 S., 29 Abb.

Maßnahmen zur Bekämpfung des Empfangsschwundes beim Kurzwellenempfang durch Mehrfachantennen.

621. 396. 812. 3. 004

Bald nach der Errichtung regelmäßiger Überseeverbindungen mit Kurzwellen versuchte man, die besonders bei Telephonieempfang sehr störend auftretenden Schwunderscheinungen durch Ausgleichsmaßnahmen zu bekämpfen. Grundsätzlich kann man, wenn man zunächst von der selbsttätigen Schwundregelung absieht, Unterschiede in der Empfangsfeldstärke durch verschiedene Maßnahmen ausgleichen bzw. mildern. Am einfachsten ist es, die gewünschte Sendung mit zwei oder mehreren Geräten und verschiedenen Wellenlängen zu empfangen. Dabei muß die gleiche Sendung natürlich auch von zwei oder mehreren Sendern auf verschiedenen Wellen gesendet werden, was ja häufig der Fall ist. Diese Möglichkeit ist aber bei Übertragung kommerzieller Dienste nicht gegeben, überdies haftet dem Verfahren eine zu hohe Unsicherheit an. Eine zweite Möglichkeit wäre gegeben durch die Benutzung von zwei Antennen, in der Absicht, verschieden polarisierte Wellen zu empfangen. Endlich aber kann man daran denken, die Empfangsenergie von mehreren Antennen zu beziehen, die voneinander so weit entfernt sind, daß die Wahrscheinlichkeit, daß alle Antennen zu gleicher Zeit im Feldstärkeminimum liegen, sehr klein ist. Das ist offenbar die sicherste, wenn auch weitaus teuerste Möglichkeit eines Schwundausgleiches.

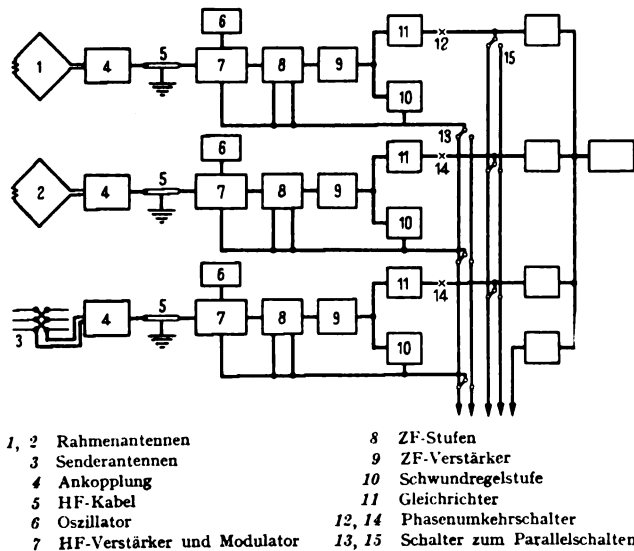


Abb. 1. Grundsätzliche Schaltung der Mehrfachantennen-Anlage.

Die Anlage, wie sie in der Empfangsstation Tatsfield im Laufe langsamer und vielfach schwieriger Entwicklungsarbeit sich herausgebildet hat¹⁾, zeigt Abb. 1. Man erkennt zwei rhombische Antennen 1, 2 und eine Antenne 3 für Sonderzwecke, die jede für sich über je ein Kopplungsglied 4 auf ein koaxiales Hochfrequenzkabel 5 arbeiten. Diese Kabel führen zu drei (bzw. mehr) Empfängerhochfrequenzstufen, die den Oszillator 6, den Hochfrequenzverstärker und Modulator 7, zwei Zwischenfrequenzstufen 8, den Zwischenfrequenzverstärker 9, die Schwundregelstufe 10 und die Signalgleichrichtung 11 enthalten.

Über einen Phasenumkehrschalter 12 liegen nun diese Teilempfänger je an einem Abschwächer und alle Abschwächer gemeinsam an einer Sammelschiene, die zum Niederfrequenzfilter, Niederfrequenzverstärker und zu evtl. Korrekturgliedern führt, von denen dann die tonfrequente Energie beispielsweise für Lautsprecher abgenommen werden kann.

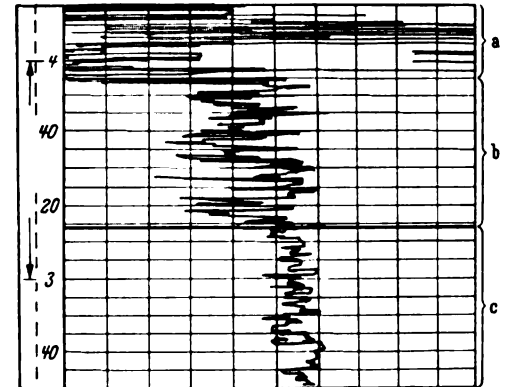
Wie aus Abb. 1 leicht erkennbar ist, sind überdies Parallelschienen und dazugehörige Schalter angebracht, die es gestatten, verschiedene Schaltungsmöglichkeiten der Hochfrequenzempfängerteile 6 bis 13 auf die NF-Sammelschiene zu schalten.

Die Antennen sind etwa vier Wellenlängen der zu empfangenden Sender voneinander entfernt, und zwar haben die rhombischen Antennen einen Neigungswinkel von etwa 14 bis 23° gegen die Waagerechte mit der Richtung gegen den Sender. Diese Neigung hat sich durch Versuche als die günstigste er-

wiesen, weil dann die Antenne ungefähr senkrecht auf der von oben reflektierten Wellenrichtung steht.

Abb. 2 zeigt nun die Wirkung dieser Einrichtung an einer Aufnahme aus der Tatsfielder Anlage.

Bemerkt muß werden, daß die Mehrfachantennenanlage (diversity reception) selektive Fadings nicht auszugleichen imstande ist. Diese Schwunderscheinungen kommen bekanntlich



a ein Empfänger ohne Regelung
b ein Empfänger mit üblicher Schwundregelung
c zwei Empfänger in „diversity reception“

Abb. 2. Die Kurven zeigen die Veränderungen des gleichgerichteten HF-Signales (Stromwerte).

so zustande, daß auf die Empfangsantenne Wellenzüge aufreffen, die gegeneinander eine Phasendrehung aufweisen. Diese Phasendrehung entsteht durch den verschiedenen Weg, den die einzelnen Wellenzüge zurückgelegt haben. Die Verschiedenheit der Wege ist aber nicht nur in der waagerechten, sondern auch in der senkrechten Ebene vorhanden. Diese letzteren können verursacht werden durch verschiedene Abstrahlwinkel von der Senderantenne, unterschiedliche Brechungsverhältnisse und endlich durch die Unstabilität der reflektierenden Schichten.

Durch ein Zusammenwirken dieser Effekte können die unterschiedlichsten Formen von Schwunderscheinungen auftreten. Zur Bekämpfung der verschiedenen Arten des auftretenden Fadings werden dann verschiedene Formen der Empfangstechnik zu verwenden sein. Handelt es sich z. B. um verhältnismäßig langsam und flach ablaufende Schwunderscheinungen, so regelt man so, daß ein Empfänger die meiste Zeit über das Signal allein hält.

Treten langsame, aber tiefe Schwunderscheinungen auf, so werden alle Empfänger arbeiten müssen, und zwar mit einheitlich hoher Verstärkung. Bei Schwunderscheinungen, die langsam eintreten, aber rasch zurückgehen, wählt man einen langsameren Verstärkeranstieg, weil sonst plötzliche Spitzen in dem aus mehreren Empfängern zusammengefaßten Empfang auftreten. Selektive Fadings sind allgemein von Trägerfadings begleitet, die Verstärkung muß dann hinsichtlich ihres Ganges modifiziert werden, um Verzerrungen auszuweichen.

Weitere Schwierigkeiten ergaben sich in den Empfängernteilen selbst bei ihrem fallweisen Zusammenarbeiten hinsichtlich der Hintergrundgeräusche, auftretender Pfeifstellen und Überlagerungspfeifen. Um diese zu unterbinden arbeiten die Empfänger mit verschiedenen Zwischenfrequenzen, die jeweils um 25 kHz voneinander verschieden sind, außerdem benutzen sie, um die Möglichkeit des Auftretens von Spiegelfrequenzen einzuschränken, eine sehr hohe (um 800 kHz liegende) Zwischenfrequenz. So ergeben sich z. B. für die vier in Tatsfield arbeitenden Empfänger die Zwischenfrequenzen: 780, 805, 830 und 855 kHz.

Verbesserungen in der Empfangsanlage — wenn man von der Verbesserung der Empfängerhaltungen an sich absieht — sind zuerst in den Antennensystemen und den Anschlußgliedern (Kopplungen, Anpassungen u. dgl.) vielleicht möglich. Überdies könnten möglicherweise die heute noch bestehenden Schwierigkeiten der Zusammenschaltungen zum NF-Teil durch röhrenbetriebene Relais überwunden werden, derart, daß sich selbsttätig stets der Empfänger einschaltet, dessen zugeordnete Antenne gerade das Signalstärkemaximum aufweist. F. C. S.

¹⁾ H. V. Griffiths, Wireless Wld. 42 (1938) Nr. 2, S. 31; 4 S.

RUNDSCHAU.

Elektrische Maschinen.

621. 313. 3. 045. 5 Der Entwurf von zweischichtigen Wechselstromwicklungen. — Aufgabe: in N Nuten soll eine $2p$ -polige Zweischichtwicklung mit m Wicklungssträngen untergebracht werden. Lösung: 1.) Stern mit N/t ungleichphasigen Gesamtstrahlen, die gegeneinander um den Winkel $\alpha' = t/N \cdot 360^\circ$ verdreht sind. t ist der größte gemeinsame Teiler von N und p . 2.) Bezifferung des Sternes, dessen N/t Gesamtstrahlen aus je $2t$ Teilstrahlen bestehen. Ein beliebiger Gesamtstrahl X erhält vom Sternmittelpunkt nach außen die folgende Bezifferung seiner $2t$ Teilstrahlen:

$$\left[\frac{nN + (x-1)t}{p} + 1 \right]_u, \left[\frac{nN + (x-1)t}{p} + 1 \right]_o;$$

$$\left[\frac{N}{t} + \frac{nN + (x-1)t}{p} + 1 \right]_u, \left[\frac{N}{t} + \frac{nN + (x-1)t}{p} + 1 \right]_o;$$

$$\left[2\frac{N}{t} + \frac{nN + (x-1)t}{p} + 1 \right]_u, \left[2\frac{N}{t} + \frac{nN + (x-1)t}{p} + 1 \right]_o;$$

$$\dots\dots\dots \left[(t-1)\frac{N}{t} + \frac{nN + (x-1)t}{p} + 1 \right]_u,$$

$$\left[(t-1)\frac{N}{t} + \frac{nN + (x-1)t}{p} + 1 \right]_o.$$

n bedeutet jene kleinste positive ganze Zahl einschließlich Null, die $\frac{nN + (x-1)t}{p}$ zu einer ganzen positiven Zahl macht, einschließlich Null. Die Ziffern der insgesamt $2N$ Strahlen geben die Nuten an, in denen die ober-schichtigen (o) und unter-schichtigen (u) Spulenseiten liegen, deren Spannungen durch die Strahlen dieses Spulenseitensternes dargestellt sind, wenn die Nuten fortlaufend, so wie sie rechts- oder links herum aufeinander folgen, beziffert sind. Die Bezifferung des Spulenseitensternes kann ebenfalls rechts- oder links herum erfolgen. 3.) Zuordnung der ober-schichtigen Spulenseiten zu den Wicklungssträngen. Bei Ganzlochwicklungen mit

$$q = \frac{N}{2pm}$$

Nuten je Pol und Strang ordnen wir die mit o bezeichneten Teilstrahlen von q beliebigen, im Spulenseitenstern nebeneinander liegenden Gesamtstrahlen dem ersten Wicklungsstrange zu, ebenso die mit u bezeichneten Teilstrahlen jener q Gesamtstrahlen, die gegen die zuerst genannten Gesamtstrahlen um 180° verdreht sind. Die zuerst gewählten Teilstrahlen bezeichnen „positive“ ober-schichtige, die zuletzt angenommenen „negative“ ober-schichtige Spulenseiten. Die Gesamtstrahlen mit den mit o bezeichneten Teilstrahlen, die zu den ober-schichtigen positiven und negativen Spulenseiten der anderen $(m-1)$ Wicklungsstränge gehören, sind gegen die Gesamtstrahlen mit den Teilstrahlen der ober-schichtigen positiven und negativen Spulenseiten des ersten Stranges um

$$\frac{360^\circ}{m}, 2\frac{360^\circ}{m}, \dots\dots (m-1)\frac{360^\circ}{m}$$

im Spulenseitenstern verdreht. Bei Bruchlochwicklungen wählt man im Spulenseitenstern willkürlich $\frac{N}{m}$ ober-schichtige

Strahlen, die entweder untereinander möglichst wenig Phasenunterschied aufweisen oder gegeneinander um möglichst 180° verdreht sind. Die einen Strahlen mit möglichst wenig Phasenunterschied ordnen wir den positiven ober-schichtigen Spulenseiten eines Stranges zu, die anderen Strahlen, die gegen die Strahlen der positiven ober-schichtigen Spulenseiten um möglichst 180° verdreht sind, den negativen ober-schichtigen Spulenseiten desselben Stranges. Dabei muß die Zahl der ober-schichtigen positiven Spulenseiten oder Strahlen nicht gleich jener der negativen ober-schichtigen sein. Für die Symmetrie von zweischichtigen Bruchlochwicklungen muß N/tm ganzzahlig sein. 4.) Die unter-schichtigen Spulenseiten, die mit den soeben den Wicklungssträngen zugeteilten ober-schichtigen Spulenseiten zu Spulen zu vereinigen sind, findet man, indem man die Strahlen der unter-schichtigen Spulenseiten, die unter den Strahlen der ober-schichtigen Spulenseiten im Spulenseiten-

stern liegen, um sovielmals den Winkel $\alpha = p/N \cdot 360^\circ$ verdreht, als die Spulenweite Nutteilungen enthalten soll und diese unter-schichtigen Spulenseiten mit umgekehrtem Vorzeichen führt. [H. Sequenz, Elektrotechn. u. Masch.-Bau 56 (1938) S. 7; 6 S., 7 Abb.] *eb.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 431. 082. 2 Ein neuer photoelektrischer Hystereseschreiber. — R. F. Edgar beschreibt einen Gleichstrom-Hystereseschreiber unter Verwendung zweier Photozellen. Die Schaltung (Abb. 1) bezweckt, daß bei gering-

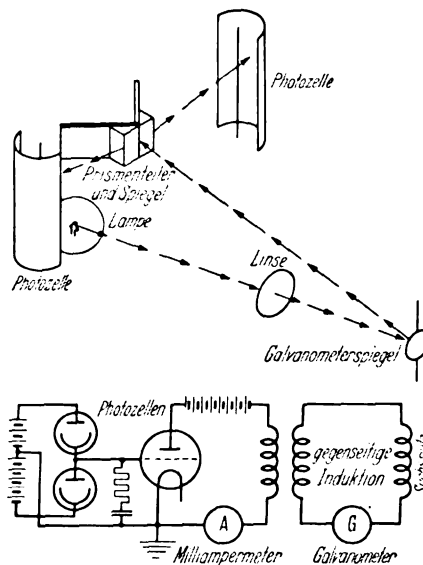


Abb. 1. Optischer Aufbau und elektrische Schaltung des Hystereseschreibers.

stem Ausschlag des Galvanometers G und damit ungleicher Bestrahlung der gegeneinander geschalteten Photozellen in der gegenseitigen Induktivität selbsttätig eine Spannung auftritt, die entgegengesetzt und gleich der Spannung in der Prüfspule ist. Der Galvanometeraus-schlag wird dadurch stets auf Null zurückgeführt; jeder neue Ausschlag geht von einer Galvanometerstellung ohne Richtkraft aus. Der im Milliampere-Meter A angezeigte Strom ist ein Maß für den Fluß in der Prüfspule und wird zur Aufzeichnung benutzt. Zur Aufzeichnung von Gleichstrom-Hysteresekurven werden zwei derartige Schaltungen unter Benutzung eines Kathodenstrahl-Oszillographen verwendet. Die Ausschläge der einen entsprechen den Spannungsabfall-Änderungen an einem Widerstand im Magnetisierungsstromkreis der Probe und damit den Feldänderungen, der Geber für die zweite Einrichtung ist die Sekundärspule, die Ausschläge proportional der Induktion. Statt Batterien verwendet man Netzanschlußgeräte. [R. F. Edgar, Electr. Engng. 56 (1937) S. 805; 5 S., 7 Abb.] *Krt.*

621. 317. 361 Frequenzmessung durch Summierung der bei der Ladung eines Kondensators über Elektronenröhren auftretenden Ladestromstöße. — Die Arbeit stellt eine Untersuchung des von Th. Fecker angegebenen unmittelbaren Frequenzmeßverfahrens durch Kondensatorladung über Elektronenröhren dar. Der Verfasser behandelt zunächst eingehend die Zusammenhänge, die zwischen der Kennlinie der Laderöhre und dem Verlauf der Spannung am Kondensator bestehen. Durch graphische Integration der Anodenstrom-Anodenspannungs-Kennlinie der Laderöhre wird für verschiedene Röhren der Verlauf der Kondensatorspannungen während der Ladung ermittelt. Daraus werden die Bedingungen abgeleitet, die eine günstige Ladecharakteristik verursachen. Durch Anwendung einer geeigneten Ladecharakteristik läßt sich der Strommittelwert der Ladestöße auf das zehn- bis zwanzigfache steigern. Die Ladezeit wird in Abhängigkeit von der Amplitude der Meßspannung untersucht und rechnerisch verfolgt. Nach dem Überschreiten eines Mindestwertes arbeitet die

Meßschaltung vollkommen amplitudenunabhängig. Ein weiterer Teil der Arbeit gilt den Untersuchungen über den Frequenzbereich dieses Meßverfahrens. Die Trägheit des Meßwerkes des Anzeigeinstrumentes legt die untere Frequenzgrenze auf etwa 10 Hz fest, während Röhren- und Schaltkapazitäten eine obere Frequenzmeßgrenze bei etwa 100 kHz hervorrufen. Oberwellen beeinflussen den Meßvorgang nicht, solange sie keine neuen Nulldurchgänge hervorrufen. Bei der ungünstigsten Phasenlage genügen beim Vorherrschen der zweiten Oberwelle 50% und beim Vorherrschen der dritten Oberwelle $33\frac{1}{3}\%$ der Amplitude der Grundwelle zur Entstehung weiterer Nulldurchgänge. Der letzte Teil der Arbeit behandelt die Anwendungsgebiete des Meßverfahrens und seine Meßfehler. [A. Wahl, Dissertation T. H. Berlin, 1937.] *eb.*

621. 314. 224. 08 Prüfungen und Beglaubigungen. — Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt erläßt folgende „Bekanntmachung Nr. 458¹⁾“.

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, sind die folgenden Spannungswandlerformen zur Beglaubigung durch die Elektrischen Prüfmäßer im Deutschen Reiche zugelassen und ihnen die beigesetzten Systemzeichen zuerteilt worden.

I. System , die Formen BCOU 3/0,5, BCOU 10/0,5, BFCOU 10/0,5, BCOU 20/0,5, BFCOU 20/0,5, BCOU 30/0,5 und BFCOU 30/0,5, Spannungswandler für einphasigen Wechselstrom,

II. System , die Formen BCOU 10/0,2, BFCOU 10/0,2, BCOU 20/0,2, BFCOU 20/0,2, BCOU 30/0,2 und BFCOU 30/0,2, Spannungswandler für einphasigen Wechselstrom, sämtlich hergestellt von der **Koch & Sterzel A.-G. in Dresden.**

Berlin-Charlottenburg, den 22. November 1937.

Der Präsident
der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt
In Vertretung:
Gehrke.

Beschreibung²⁾:

Zu I. Die Spannungswandler System  können für die Frequenz 50 Hz, für primäre Nennspannungen und Nennleistungen nach untenstehender Tafel 1 und für die sekundären Nennspannungen 100 und 110 V beglaubigt werden. Die Wandler tragen auf ihrem Leistungsschild das Klassenzeichen Kl. 0,5 gemäß den vom Verband Deutscher Elektrotechniker herausgegebenen Regeln für Wandler. Die Wandler haben primär einen Meßbereich.

Die Wandler der Formen BCOU 3/0,5, BCOU 10/0,5, BCOU 20/0,5 und BCOU 30/0,5 sind Innenraumausführungen für die Reihen 3, 10, 20 und 30 des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, die Wandler der Formen BFCOU 10/0,5 BFCOU 20/0,5 und BFCOU 30/0,5 die entsprechenden Freiluftausführungen.

Tafel 1.

Form	Primäre Nennspannungen V	Nennleistung VA	Grenzleistung VA
BCOU 3/0,5	1 000 ... 3 450	30	300
BCOU 10/0,5 BFCOU 10/0,5	2 000 ... 11 500	90	800
BCOU 20/0,5 BFCOU 20/0,5	5 000 ... 23 000	90	1500
BCOU 30/0,5 BFCOU 30/0,5	10 000 ... 34 500	120	2000

Zu II. Die Spannungswandler System  können für die Frequenz 50 Hz, für primäre Nennspannungen und Nennleistungen nach Tafel 2 und für die sekundären Nennspannungen 100 und 110 V beglaubigt werden. Die Wandler haben primär einen Meßbereich.

Die Wandler der obengenannten Formen tragen auf ihrem Leistungsschild das Klassenzeichen Kl. 0,2 gemäß den vom Verband Deutscher Elektrotechniker herausgegebenen Regeln für

¹⁾ Reichsministerialblatt 1937, S. 723.

²⁾ Auszug aus dem Sonderdruck über die Bekanntmachung Nr. 458 der PTR. Zu beziehen durch die Franck'sche Verlagshandlung, Berlin.

Tafel 2.

Form	Primäre Nennspannungen V	Nennleistung VA	Grenzleistung VA
BCOU 10/0,2 BFCOU 10/0,2	2 000 ... 11 500	30	500
BCOU 20/0,2 BFCOU 20/0,2	5 000 ... 23 000	30	1500
BCOU 30/0,2 BFCOU 30/0,2	10 000 ... 34 500	30	2000

Wandler (VDE 0414/1932). Die Wandler müssen nach der Bekanntmachung Nr. 402¹⁾ vom 4. 3. 1936 bei der Beglaubigung auf die Einhaltung der Fehlergrenzen der Klasse 0,2 geprüft werden. Werden diese Fehlergrenzen nicht eingehalten, so ist die Beglaubigung zu versagen.

Die Wandler der Formen BCOU 10/0,2, BCOU 20/0,2 und BCOU 30/0,2 sind Innenraumausführungen für die Reihen 10, 20 und 30 des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, die Wandler der Formen BFCOU 10/0,2, BFCOU 20/0,2 und BFCOU 30/0,2 die entsprechenden Freiluftausführungen.

Geräte und Stromrichter.

621. 314. 214. 015. 3 Schaltüberspannungen an Stufenregel-einrichtungen für Transformatoren. — Der Verlauf von Strömen und Spannungen am Schalter wird sowohl rechnerisch auf Grund der bekannten Theorien als auch experimentell unter Zuhilfenahme von Schleifen- und Kathodenstrahl-Oszillographen untersucht. Geschaltet werden die Ströme einer Drosselspule mit und ohne Überbrückung durch Kondensatoren und ohmsche Widerstände. Die Größe der wiederkehrenden Spannung nach Öffnung des Schalters setzt sich zusammen, erstens aus den Augenblickswerten der normalfrequenten Betriebsspannung, zweitens aus den vom Überbrückungskondensator abhängigen und drittens aus den von der Drosselspule abhängigen hochfrequenten Überspannungen. Die wiederkehrende Spannung führt leicht zu Rückzündungen, denen selbst durch eine Verdreifachung der Schaltgeschwindigkeit nicht ausgewichen werden kann. Durch geeignete Bemessung des Verhältnisses von Induktivität zu Kapazität, besser noch durch Verwendung eines Überbrückungswiderstandes, am besten durch einen Überbrückungswiderstand von fallendem Widerstand bei wachsender Spannung (wie für Überspannungsableiter verwendet) können die Rückzündungen sicher vermieden werden. Die Stromunterbrechung erfolgt fast immer erst bei Nulldurchgang des Stromes, nur bei niedrigen Stromwerten (bis 5 A bei 10° Abweichung vom Nulldurchgang) reißt der Strom augenblicklich ab. [L. F. Blume u. L. V. Bewly, Electr. Engng. 56 (1937) S. 1464; II S. 17 Abb.] *Rei.*

Elektrowärme.

621. 791. 76 Die Vorteile von Elektroden aus Kupfer-Beryllium-Legierungen für elektrische Punkt-, Naht- und Stumpfschweißmaschinen. — Schweißelektroden für Punkt-, Naht- und Stumpfschweißmaschinen müssen möglichst fest und hart sein, dürfen aber nur einen geringen elektrischen Widerstand aufweisen. Man hat vielfach versucht, zum Teil auch mit Erfolg, durch Zugabe von anderen Metallen das meist verwandte geschmiedete Elektrolytkupfer fester und härter zu machen. Allerdings mußte damit auch eine gewisse Erhöhung des Widerstandes in Kauf genommen werden. Bei vergütbaren Beryllium-Kupfer-Legierungen ist durch geeignete Wärmebehandlung mit anschließender Kaltverformung eine Steigerung der Festigkeit und Härte und eine Verringerung des verhältnismäßig hohen Widerstandes zu erzielen. Versuche mit einer solchen Elektrode, die etwa 55 bis 58% der Leitfähigkeit des Elektrolytkupfers und eine Festigkeit von 70 kg/mm² besaß, ließen eine Steigerung der Zahl der Punktschweißungen auf 30 000 gegenüber 10 000 bei Kupfer zu. Ein endgültiges Urteil dürfte sich aber erst nach Abschluß weiterer Versuche fallen lassen. [P. Wiebner, Elektroschweißg. 9 (1938) S. 13; 1 S., 0 Abb.] *Wbt.*

621. 791. 7. 001. 4 Prüfung geschweißter Schienenstoßverbindungen der Bull-Head-Schienen mit schrumpfender Fußblase. — Wichtig für die Beurteilung geschweißter Schienenstöße sind: chemische Zusammensetzung,

¹⁾ ETZ 57 (1936) S. 810.

Gefüge, Zerreiß-Biege-Schlag-Dauerfestigkeit und Härte von Grundwerkstoff, Zusatzwerkstoff bzw. seiner Schmelze und Schweißverbindung. Wissen muß man auch, welche Art von Zusatzwerkstoffen und welche Abwicklung des Schweißvorganges in Frage kommt. Bei den untersuchten Schienen wurden Schienenkrone, Fußlasche, Seitenlasche mit ummantelten, die Lauffläche mit blanken Elektroden verschweißt in folgender Reihenfolge: Schienenfuß, U-förmig ausgearbeitete Krone, Lauffläche, Fußlasche, Seitenlaschen. Die Schweiße der blanken Elektrode wurde dabei schichtweise warm geschmiedet. Die Härte der Lauffläche war in Schweiße- und Übergangszone gleich der des Grundstoffes, ebenso die Verschleißfestigkeit. Die Biegung wurde vom Grundwerkstoff, weichen Füllstoff und Fußlasche gemeinsam aufgenommen. Die Schlagversuche und die bereits früher vorgenommenen Ermüdungsversuche dieser Verbindungsart befriedigten ebenfalls. [D. Csilléry u. L. Péter, Org. Fortschr. Eisenbahnw. (1937) S. 409; 7½ S., 28 Abb.] *Wbl.*

Physik.

621. 383 : 535. 222 Eine Messung der Lichtgeschwindigkeit. — A. Karolus und O. Mittelstaedt hatten bereits 1928 die Modulation eines Lichtstrahls durch eine Kerrzelle benutzt, um die Lichtgeschwindigkeit zu messen¹⁾. Dieses Verfahren greift W. C. Anderson wieder auf unter Verwendung der inzwischen vervollkommenen Meßtechnik. Die Anordnung zeigt Abb. 2. Das Licht der Lichtquelle *M* geht durch die

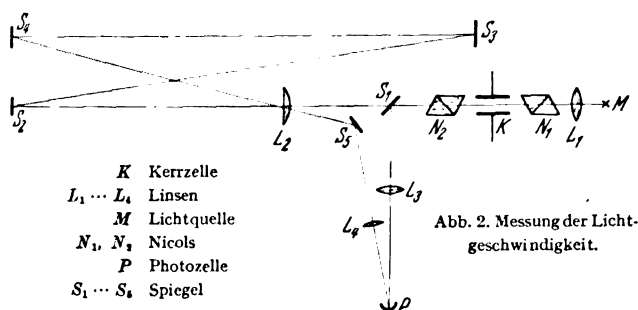


Abb. 2. Messung der Lichtgeschwindigkeit.

Linse *L*₁, die beiden gekreuzten Nicols *N*₁ und *N*₂ und die Kerrzelle *K*. An *K* liegt außer einer Gleichspannung, die den Arbeitsbereich auf den geradlinigen Teil der Charakteristik verlegt, die Spannung eines quartzesteuerten Hochfrequenzgenerators, dessen Frequenz mit einer Genauigkeit von weniger als 10^{-6} gemessen und konstant gehalten werden kann. Der Lichtstrahl trifft dann den halb versilberten Spiegel *S*₁. Der reflektierte Teil wird durch die Linse *L*₃ auf die Photozelle *P* konzentriert, der durchgehende Teil hat den längeren optischen Weg über die Linsen *L*₂, *L*₄ und die Spiegel *S*₂, *S*₃, *S*₄, *S*₅ bis zur Photozelle zurückzulegen. In *P* entstehen also zwei sich überlagernde sinusförmige Photospannungen von der Frequenz der an der Kerrzelle liegenden Spannung. Die resultierende Spannung wird in der üblichen Weise durch einen abgestimmten Kreis, Überlagerer und Verstärker im Kopfhörer abgehört. Sie ist ein Minimum, wenn der Unterschied der Lichtwege ein ungeradzahliges Vielfaches der Wellenlänge des Hochfrequenzgenerators ist. Auf dieses Minimum wird durch Verschieben des Spiegels *S*₃ eingestellt. Dann werden die Lichtwege mit einem geeichten 40 m-Invarstahlband gemessen. Als Ergebnis von 651 Messungen erhält man $c = 299\,674 \text{ km/s} \pm 15 \text{ km/s}$ im Vakuum. [W. C. Anderson, Rev. sci. Instrum. 8 (1937) S. 239; 9 S., 10 Abb.] *Br.*

537. 56 Messung von Ionisationen in Gasen mit Wechselstrom. — Zur Messung von Ionisationen in Gasen benutzt H. W. Paehr eine Wechselstrombrücke mit vier Kapazitäten, in der ein Kondensator als Ionisationskammer ausgebildet ist. Der Ionisationsstrom stellt eine geringe Ableitung des Kondensators dar, die mit Hilfe eines kleinen Widerstandes, der zu einer anderen Kapazität in Reihe geschaltet ist, abgeglichen wird. Als Anzeigeelement dient ein Verstärker, der durch Einbau von drosselfreien Siebketten einen Strom von 50 Hz selektiv verstärkt. Beim Arbeiten mit dieser Anordnung ergab sich, daß der Strom in der Ionisationskammer mit wachsender Spannung bis zu einem Maximum ansteigt. Der Strom ist dann wesentlich höher als der Konvektionsstrom, der bei der vorhandenen Ionisation möglich ist. Diese Beobachtung wird dadurch erklärt, daß ein Teil der gebildeten Ionen nicht an die Elektroden gelangt, sondern sich zu Raumladungen anhäuft.

Diese Raumladungen schwingen im Kondensator und rufen durch Influenz auf den Elektroden einen Verschiebungsstrom hervor, der wesentlich größer als der Konvektionsstrom ist. Erst bei höheren Spannungen durchdringen die Ionen bei einer Halbschwingung den ganzen Kondensator. Es kann sich daher keine Raumladung ausbilden, und es bleibt ein reiner Konvektionsstrom übrig, der dem Sättigungsgleichstrom entspricht. [H. W. Paehr, Z. Phys. 106 (1937) S. 730; 20 S., 10 Abb.] *ue.*

551. 594. 5/ 6 Ungewöhnliche Zustände der Ionosphäre. — Der durch Echolotung ermittelte Schichtenaufbau der Ionosphäre zeigt besonders abends und nachts häufig Störungen. Nach G. Leithäuser und B. Becker tritt oberhalb der F-Schichten ein inhomogenes wolkenartiges Reflexionsniveau auf, das als ionisierte Gaswolke gedeutet wird. Gegenüber der an Elektronen reichen F-Schicht besitzt diese Schichtung ein positives Potential. Elektrostatistische Kräfte bewirken eine Senkung dieser Schicht und ein Heben der F-Schicht, bis an der Berührungsstelle Ladungsausgleich und damit Ionisationsminderung eintritt. Diese anomalen Zustände sind immer von erdmagnetischen Störungen begleitet. Die Berührung beider Schichten ist meistens durch einen heftigen magnetischen Sturm ausgezeichnet. Wahrscheinlich entstehen diese magnetischen Störungen dadurch, daß die Ladungen relativ zur Erde ruhen. Der Beobachter dreht sich mit der Erde unter den ruhenden Ladungen hindurch, und daher macht sich für ihn jede örtliche Ladungsänderung als Stromschwankung bemerkbar. Dafür spricht, daß eine Ionisationsstörung in der Ionosphäre und die zugehörige magnetische Störung häufig auf dem Registrierstreifen an mehreren aufeinander folgenden Tagen zur gleichen Tageszeit und mit abklingender Intensität gefunden wird. Fast gleichzeitig mit den Ionisationsstörungen in unsern Breiten treten in polnahen Gebieten starke Nordlichter auf, denen meistens eine Periode heftiger Sonnentätigkeit vorausgeht. Die Ursache der Ionenwolken ist also letzten Endes die von der Sonne kommende Korpuskularstrahlung. [G. Leithäuser und B. Becker, Z. techn. Phys. 18 (1937) S. 290; 9 S., 13 Abb.] *Wba.*

Werkstatt und Baustoffe.

621. 315. 553. 001. 5 Elektrische und thermische Untersuchungen an Manganin. — Vor kurzem wurde von A. Schulze¹⁾ durch systematische Untersuchungen der elektrischen Eigenschaften des Manganins nach verschiedener thermischer Behandlung gezeigt, daß Alterungstemperaturen bis zu 250° C Widerstandstemperaturkurven zur Folge haben, die einen steileren Verlauf zeigen als die Kurve des Ausgangsstoffes, der kalt verformt ist, und daß bei Alterungstemperaturen oberhalb 250° C sich flachere Widerstandskurven ergeben. Parallel hiermit verläuft naturgemäß im ersten Falle eine Vergrößerung und im letzten Falle eine Verkleinerung des Widerstandstemperaturkoeffizienten. Als Folgerung aus den gesamten Untersuchungen ergab sich, daß es am günstigsten ist, zur Herstellung von Normalwiderständen das Manganin bei etwa 400° C zu altern, da hierdurch erstens kleinere Widerstandstemperaturkoeffizienten erzielt werden und zweitens infolge des sich sehr stark in den hohen Temperaturen auswirkenden Homogenisierungseffektes eine bessere zeitliche Konstanz der Widerstandswerte erzielt werden muß.

Es war nun der Zweck neuerer Untersuchungen, die im ersten Teil aufgefundenen Meßergebnisse und die daraus gezogenen Folgerungen durch weitere Versuche zu stützen. Zunächst wurde das mechanische Verhalten des Manganins, und zwar die Zerreißfestigkeit in Abhängigkeit von der Alterungstemperatur, bestimmt. Aus dem Verlauf der Festigkeitskurve ergibt sich, daß die oben gegebenen Erklärungen der hier auftretenden Alterungsvorgänge durch das mechanische Verhalten eine wesentliche Stütze erhalten haben. Sodann wurde das thermoelektrische Verhalten des Manganins gegen Kupfer untersucht. Für verschiedene Drahtstärken wurde die Thermokraft je Grad in Abhängigkeit von der Alterungstemperatur bestimmt, wobei sich ein Kurvenverlauf ergab, der dem des Widerstandstemperaturkoeffizienten völlig ähnlich ist.

In dem Temperaturbereich zwischen 0 und 450° wurde die thermoelektrische Kraft des Manganins gegen Kupfer gemessen, um auch das thermoelektrische Verhalten in den höheren Temperaturen kennen zu lernen. Ebenso wurde zwischen -200° und +300° die Widerstandstemperaturkurve des Manganins bestimmt; für diese hat sich — ähnlich wie bei den Chromnickellegierungen — eine S-förmiger Verlauf ergeben.

¹⁾ ETZ 50 (1929) S. 1529.

¹⁾ Phys. Z. 38 (1937) S. 598; Bericht in ETZ 58 (1937) S. 934.

Der Hauptteil dieser Untersuchungen behandelt die Herstellung der Manganinwiderstände nach dem neuen Verfahren und die Beobachtung der zeitlichen Konstanz der Widerstandswerte. Im ganzen wurden 24 Widerstände (1 Ω - und 10 Ω -Widerstände) hergestellt, und zwar wurde zunächst der Draht bifilar auf ein mit einem Gewinde versehenes Porzellanrohr (65 mm lang und 35 mm äußerer Dmr.) gewickelt, sodann wurde er in einem mit Argon gefüllten Rohr aus K-Masse eine Stunde lang bei etwa 400° C getempert und anschließend langsam bis auf Raumtemperatur abgekühlt. Wegen des Verdampfens von Mangan aus der Oberfläche wurde der Draht vorsichtig in verdünnter Salpetersäure geätzt und dann ein wenig oberhalb 100° etwa 1 h lang getrocknet. Nach darauf folgendem Abgleichen wurde der Widerstand mit einer dünnen Schicht aus Kunstharzlack bestrichen, um ihn vor Oxydation zu schützen, und anschließend etwa 2 h auf einer Temperatur von 80° gelassen, bis der Lack getrocknet war. Die Enden des Manganindrahtes waren an Kupferringen hart angelötet, und letztere waren dann durch Verschraubung und Weichlötung mit den inneren Enden der Kupferbügel verbunden. Einen auf diese Weise hergestellten 1 Ω -Widerstand zeigt Abb. 3.

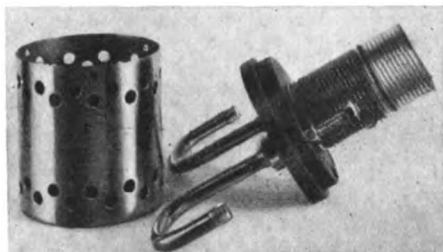


Abb. 3. Künstlich gealterter Manganinwiderstand.

Die neuen Manganinwiderstände, von denen eine Reihe von Beispielen zusammengestellt ist, entsprechen durchaus den Erwartungen, die man auf sie gesetzt hat. Die Temperaturkoeffizienten sind wesentlich kleiner als nach dem bisherigen bei 140° C durchgeführten Alterungsverfahren.

Die ersten Messungen sind bereits mehrere Tage nach der Fertigstellung der Widerstände ausgeführt worden; die weiteren Messungen wurden im allgemeinen zu Beginn eines jeden Monats wiederholt. Die bisherige 6- bis 7monatige Beobachtungszeit läßt bei fast allen Widerständen bereits eine recht zufriedenstellende zeitliche Konstanz der Widerstandswerte erkennen. Die Schwankungen liegen in der Größenordnung einiger Milliontel. Als Beispiel sei hier die zeitliche Beobachtung des Widerstandes 10 M 5 herausgegriffen; hierbei bedeutet α' die direkte Widerstandsänderung je Grad zwischen 20 und 30° C, und α und β sind die Temperaturkoeffizienten wie sie sich aus der quadratischen Beziehung zwischen Widerstand und Temperatur ergeben.

Datum	$\alpha' = +1,0 \cdot 10^{-6}$ $\alpha = 6,2 \cdot 10^{-6}, \beta = -0,5 \cdot 10^{-6}$
5. 9. 1937	10,00 188
11. 10.	191
3. 11.	192
1. 12.	188
7. 1. 1938	189
4. 2.	190
1. 3.	189

Während nach dem bisherigen Alterungsverfahren (bei 140° C) die anfänglichen Widerstandsänderungen sich bis zu etwa 1 Jahr (und auch länger) hinziehen und die Größe von einigen Zehntausendstel bis nahezu einer Promille erreichen, hat die hier durchgeführte Alterung (bei 400° C) in den meisten Fällen eine sofortige Konstanz der Widerstandswerte hervorgerufen. Hieraus dürfte zweifelsohne der Vorzug des neuen Alterungsverfahrens zu erkennen sein. Bei dem durchaus günstigen Verhalten dieser Manganinwiderstände — bereits in der ersten Zeit — ist nicht anzunehmen, daß in künftiger Zeit noch größere Änderungen der Widerstandswerte auftreten; es ist vielmehr zu erwarten, daß die zeitliche Konstanz der so hergestellten Widerstände auch weiterhin erhalten bleibt. [A. Schulze, Phys. Z. 39 (1938) S. 300; 5 S., 7 Abb.] *eb.*

535. 511 : 620. 179 : 669. 1 Die Verwendbarkeit polarisierten Lichtes bei der Gefügeuntersuchung von Eisen und Stahl. — Bei einwandfreien Schläffen, geeigneter Form und Größe der Werkstoffproben und bei einiger Übung

kann man mit dem Polarisationsmikroskop isotrope von anisotropen Kristallen unterscheiden. Da Eisen kubisch kristallisiert, sind Anwendungsmöglichkeiten auf dem Gebiete der Eisenlegierungen nur bei nichtkubischen Einschlüssen und Gefügebestandteilen gegeben. Bei der Untersuchung der häufiger vorkommenden und einiger auch seltener vorkommender Einschlüsse von Silikaten, Sulfiden, Oxyden und Nitriden sowie nichtkubischer Gefügebestandteile unlegierter und legierter Stähle und von Schutzüberzügen aus nichtkubischen Metallen konnte Anisotropie durch Spannungen nicht festgestellt werden. Es ergab sich genügende Übereinstimmung zwischen dem optischen Verhalten im polarisierten Licht und dem Gitteraufbau. Die Empfindlichkeit der Schläffuntersuchung im auffallenden polarisierten Licht reicht im allgemeinen aus, die Stärke der Doppelbrechung bei gleichem Kristallgefüge ist aber von Fall zu Fall verschieden. Die übliche metallographische Prüfung mit gewöhnlichem Licht bei Vorbereitung der Schläffe durch geeignete Ätzungen erfährt durch Verwendung des polarisierten Lichtes in vielen Fällen eine willkommene Ergänzung und Vereinfachung, besonders da der Übergang vom gewöhnlichen zum polarisierten Licht an den neueren Metallmikroskopen leicht möglich ist. [P. Schafmeister u. G. Moll, Arch. Eisenhüttenw. 10 (1936) S. 155; 6 S., 6 Abb.] *Kp.*

Verschiedenes.

621. 383 : 31 Zählung der Besucher der Weltausstellung Paris 1937 mittels Photozellen. — Die Pariser Weltausstellung bot erstmals Gelegenheit, mit Photozellen arbeitende Zählrichtungen im größeren Umfange einzusetzen. Es wurde daher der voll gelungene Versuch unternommen, die sonst an den Eingängen der Ausstellungen üblichen Drehkreuze durch photoelektrische Zählrichtungen zu ersetzen. Der Verfasser geht zunächst auf die Vorteile der photoelektrischen Zählrichtungen an sich sowie auf die grundsätzliche Arbeitsweise der auf der Ausstellung benutzten Einrichtungen ein. Er bespricht weiter die an jeder der insgesamt 170 Türen vorgesehenen Lichtschranken, die aus einem kleinen Projektor und einer Sperrschicht-Photozelle bestehen. Die Zellen sind mit einem optischen System ausgerüstet, das eine Glasplatte aufweist, deren Vorderseite einer großen Zahl aneinandergereihter, halbkugelförmiger Linsen gleicht. Dahinter befindet sich eine wabenförmige Blende, bei der jede der sechseckigen Bohrungen hinter einer der „Linsen“ liegt. Es folgt dann eine zweite Blende, die aus einer mehrfach durchbohrten Platte besteht, wobei sich jede Bohrung genau in der Mitte hinter einer der sechseckigen Bohrungen der ersten Blende befindet. Jede einzelne Lichtschranke steht über eine Relaisanordnung, bestehend aus einem Galvanometerrelais und einem gewöhnlichen Fernsprechrelais, mit einem elfteiligen Schrittzähler in Verbindung, der sich bei jedem durch den Eintritt eines Besuchers ausgelösten Stromstoß um einen Schritt weiterbewegt und dabei seinerseits einen Stromstoß auf den Gesamtzähler des betreffenden Portals (es waren deren 35 vorhanden) gibt. Bei den Portalen mit schwachem Verkehr arbeiten alle Schrittzähler parallel. Für die Portale starken Verkehrs ist zwischen den Schrittzählern der Türen und dem Gesamtzähler des Portals noch ein Schrittzähler für die Prüfung der Stromstöße bzw. ihre „Zusammenfassung“ vorgesehen.

Auf die nähere Beschreibung der verschiedenen Zählrichtungen usw. folgt dann eine Besprechung des Hauptzählers, der sich — für alle Besucher sichtbar — auf dem Marsfeld befand und aus einem Ziffern-Tablo und einer Sonder-Neon-Leuchtröhre bestand. Die Leuchtröhre weist eine Höhe von 15,5 m auf und enthält eine Anzahl Elektroden, so daß einzelne Teile der Röhre nacheinander gezündet werden können. Die Elektroden werden von der Zählrichtung geschaltet, und zwar in der Weise, daß nach Eintritt von 200 Besuchern immer eine bestimmte Strecke der Röhre aufleuchtet. Haben 10 000 Besucher die Ausstellung betreten, so leuchtet die Röhre in ihrer ganzen Länge. Die Spannung an der Röhre beträgt dann 2000 V, die Stromstärke 0,25 A. Zeigt die Röhre den Eintritt von 10 000 Besuchern an, so wird über eine Relaisanordnung ein Stromstoß auf das Ziffern-Tablo gegeben, das ein Fassungsvermögen von 99 990 000 Einträgen aufweist und somit die Zahl der Besucher seit der Eröffnung der Ausstellung anzeigt. Auf dem Tablo sind die vier letzten Ziffern (0) fest angeordnet; die vier anderen hingegen können mittels eines Motors bewegt werden. Das Tablo wies eine Länge von 5 m und eine Höhe von 80 cm auf. Mit Hilfe der beschriebenen Einrichtung wurden insgesamt mehr als 30 Mill Besucher gezählt, wobei die stündliche Höchstziffer bei 80 000 Einträgen lag. [V. Poret, Rev. gén. Electr. 43 (1938) S. 139; 7 1/2 S., 10 Abb.] *Nwg.*

AUS ERZEUGUNG UND VERBRAUCH.

Erreichte thermo-dynamische Wirkungsgrade der Stromerzeugung in den V. S. Amerika und England *).

Die Elektro-Ingenieure der V. S. Amerika bezeichneten auf der Weltkraftkonferenz 1936 Port Washington als wirtschaftlichstes Kraftwerk in Amerika¹⁾. Dieses wurde im November 1935 betriebsfertig und hat einen Dampf-Turbo-Drehstrom-Generator-Satz von 80 000 kW, 22 kV, Leistungsfaktor 0,85, Nullpunkt über 8 Ω an Erde gelegt. Das Kraftwerk gehört der „Milwaukee Electric Railway & Light Co.“, die über 497 814 kW Leistung 1936 verfügte und eine Erzeugung von 1 280 947 000 kWh hatte²⁾. Zahlentafel 1 gibt

Zahlentafel 1. Betriebszahlen des Port Washington Kraftwerks.

Monat	Erzeugung kWh	Belastungs- faktor %	kcal je kWh	Heizwert der Kohle kcal
Oktober 1935 . . .	2 921 400	14,08	4079	7223
November „ . . .	3 601 300	8,87	3343	7341
Dezember „ . . .	31 884 000	72,22	2910	7240
Januar 1936 . . .	34 332 071	76,24	2834	7137
Februar „ . . .	34 023 498	62,97	2814	7083
März „ . . .	23 488 326	53,94	2861	7054
April „ . . .	30 537 658	72,43	2730	7221
Mai „ . . .	26 460 282	60,8	2757	7299
Juni „ . . .	26 519 490	61,8	2741	7361

die Betriebsergebnisse bis Juni 1936. Hiergegen sind die Betriebszahlen des bekannten Quecksilber-Turbosatzes der „Hartford Electric Light Co.“, 10 000 kW, Zahlentafel 2 und 3, als Vergleich von großem Interesse³⁾. Nach Überwindung mancher Schwierigkeiten der Neukonstruktion fiel im Jahre 1931 noch einmal die Jahresbenutzungsdauer auf 650 Std. Seitdem ist die Belastungsdauer des Satzes über 7000 Std. im Jahre gestiegen. Das Werk hatte eine Gesamtleistung von 124 750 kW und eine Stromerzeugung von 475 965 000 kWh bei einem Zukauf von 52 299 500 kWh im Jahre 1936. Da für Port Washington die kcal auch je abgegebene kWh in Zahlentafel 1 angegeben sind, so lassen sich die thermo-dynamischen Wirkungsgrade der beiden Werke — allerdings unter dem Vorbehalt der sehr verschiedenen Größen- und Betriebsverhältnisse — unmittelbar vergleichen. Die Ergebnisse des Juni 1936 waren für Port Washington 31,5%, während der Hartford Quecksilberturbosatz einen thermo-dynamischen Wirkungsgrad von 34% erreichte. Das beste englische Ergebnis wird aus London — allerdings für das Jahr 1935 — vom „Battersea Kraftwerk der London Power Co.“, laut Zahlentafel 4 gemeldet⁴⁾.

^{*)} A. E. Knowlton, Electr. Wld., N. Y. 108 (1937) S. 73; 8 S., 7 Abb.

¹⁾ W. Ellrich, ETZ 58 (1937) S. 276.

²⁾ Beilage zur Electr. Wld., N. Y. 107 (1937) H. 19.

³⁾ Electr. Wld., N. Y. 108 (1937) S. 55.

⁴⁾ 14. Ann. Rep. Electr. Comm. 1934.

Der thermo-dynamische Wirkungsgrad je abgegebene kWh betrug rd. 27%. Der erste Ausbau dieses Kraftwerks umfaßte zwei Turbo-Generatoren zu je 60 000 kW, der zweite einen Satz von 100 000 kW. Vielleicht liegt der Schluß nahe, daß diese guten Wirkungsgrade des Dauerbetriebes — also keine er-

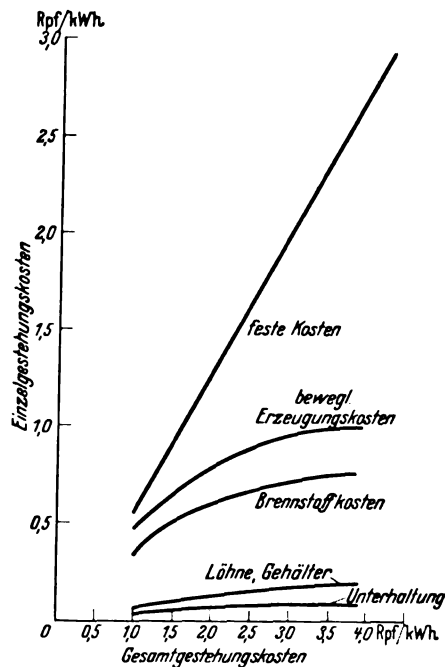


Abb. 1. Betriebskennlinien der Gesteungskosten von 21 Kraftwerken.

rechneten Verbrauchszahlen des Vollastpunktes — durch hohe Kapitalanlagen erreicht wurden und deshalb durch überhöhte feste Kosten wieder in ihrem Werte herabgesetzt werden. Wenn auch die Gesteungskosten der betrachteten Einzelwerke, unterteilt nach festen und beweglichen Kosten, nicht vorliegen, so ist doch in den 21 Kraftwerken der Abb. 1 mindestens eins der obigen Werke enthalten. Die Gerade der festen Kosten ist deshalb so steil, weil einige kleine Werke, die als Reserve für Wasserkraftwerke dienen, mit berücksichtigt wurden. Es zeigt sich mithin, daß tatsächlich auch die festen Kosten absolut

Zahlentafel 2. Jährliche Betriebsergebnisse des Quecksilber-Turbosatzes Hartford.

	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936
verfeuerte Kohle in kg	2 198 279	4 190 041	39 457 577	4 537 118	68 211 265*)	26 489 541*)	32 896 964*)	31 242 371*)	32 955 631*)
erzeugter Dampf in kg	16 820 454	35 506 818	324 267 273	34 740 909	299 915 000	284 700 000	338 222 727	329 873 636	339 540 000
kWh Quecksilber-Turbosatz	2 917 750	5 612 000	52 460 000	5 378 000	49 407 000	44 507 000	51 773 000	49 190 000	52 725 000
dampfproduzierte kWh	2 961 470	6 417 550	70 981 200	7 643 000	62 396 200	59 522 220	74 254 943	74 642 200	78 065 000
abgegebene kWh	5 718 470	11 676 480	121 037 820	12 699 760	110 223 450	102 477 980	124 283 533	122 096 850	129 261 710
kg Kohle je kWh	0,3844	0,3589	0,3260	0,3558	0,2559	0,2585	0,264	0,256	0,255
Benutzungsdauer Std.	429,25	993,16	6 157	650,75	6 515,5	6 753	7 596	7 211,75	7 291,5
kcal je abgegebene kWh	2 955	2 816	2 585	2 835	2 640	2 659	2 722	2 562	2 552

^{*)} Öl gefeuert.

Zahlentafel 3. Monatliche Betriebsergebnisse des Quecksilber-Turbosatzes Hartford, 1937.

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
verfeuerte Kohle in kg	2 601 395	2 661 981	3 552 651	831 581	1 735 914	2 517 185
erzeugter Dampf in kg	28 287 273	27 350 000	35 895 909	7 440 909	20 664 545	27 768 182
kWh Quecksilber-Turbosatz	3 924 000	4 188 000	5 806 000	1 156 000	2 417 000	3 894 000
dampfproduzierte kWh	6 461 290	6 323 600	8 308 800	1 588 000	4 266 800	6 337 700
abgegebene kWh	10 270 290	10 399 600	13 976 800	2 687 000	6 597 800	10 118 000
kg Kohle je kWh	0,253	0,256	0,254	0,309	0,263	0,249
Benutzungsdauer Std.	737,25	632,75	744	191,50	569,25	657,50
kcal je abgegebene kWh	2 512	2 532	2 515	3 064	2 605	2 537

Zahlentafel 4. Betriebsergebnisse des Battersea Kraftwerks,
London Power Co., 1935.
(Beste englische Betriebszahlen.)

Höchstlast der Generatoren	133 300
Höchstlast des Kraftwerks	126 850
erzeugte kWh	797 749 600
abgegebene kWh	753 097 400
Eigenverbrauch in kWh	44 652 200
Belastungsfaktor in %	67,77
Belastungsfaktor mit Eigenverbrauch	76,09
Kohlenverbrauch in t	343 474
Heizwert der Kohle in kg	6 809
kg Kohle/kWh	0,4644
thermo-dynamischer Wirkungsgrad je erzeugte kWh %	28,56
thermo-dynamischer Wirkungsgrad je abgegebene kWh %	26,98
mittlere Dampf-Temperatur am Kessel-Absperrventil	477° C
mittlerer Dampfdruck	42,6 ata
mittlere Temperatur des Kühlwassers	14° C
mittlere Temperatur am Ekonomiser	101° C
Ascheprozente der verbrannten Kohle	8,21
% CO ₂ im Mittel	14,9
mittlere Rauchgas-Temperatur am Lüfterhitzer-Austritt	127° C
% aufbereitetes Zusatzwasser zum verdampften Wasser	1,76
verdampftes Wasser je abgegebene kWh in kg	4,451
verdampftes Wasser je kg Kohle in kg	4,357
Kessel-Wirkungsgrad	87,99

niedrig liegen und ihr Wert etwa 1 Rpf/kWh und darunter beträgt¹⁾. Für Zinsen- und Abschreibungsdienst sind 15% nach amerikanischer Annahme gerechnet. Die Kurven der Abb. 1 zeigen wieder, daß die festen Kosten den Hauptteil der Gestehtungskosten ausmachen. A. G. A.

Handelsregistereintragung. — Elektro- und Feinmechanische Industrie G. m. b. H., Hildesheim (50 000 RM): Herstellung und Vertrieb von Kleinmaschinen, Apparaten und Vorrichtungen sowie Waren und Werkzeugen aller Art, die in das Gebiet der Elektrotechnik und Feinmechanik fallen.

STATISTISCHE MITTEILUNGEN

(Mitgeteilt von der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.)

Die Elektroindustrie Österreichs.

Nach den letzten amtlichen Veröffentlichungen der Kammer für Arbeiter und Angestellte ist der Hauptstandort der österreichischen Elektroindustrie Wien (Zahlentafel 1). Von den insgesamt im Jahre 1934 vorhandenen 1589 Betrieben mit 14 623 Arbeitern entfallen auf die ehemalige Bundeshauptstadt 512 Betriebe mit 8260 Arbeitern. Hier haben auch die vier Großbetriebe (501 bis 1000 Personen) mit 2714 Arbeitern ihren Sitz. Die nächstwichtigen Bundesländer mit einer größeren Elektroindustrie sind: Niederösterreich, Oberösterreich und Steiermark. Auf diese drei Bundesländer entfallen 680 Betriebe mit einer Arbeiterzahl von 4405 Personen. Daraus geht die überragende Bedeutung Wiens eindeutig hervor, in dessen Betrieben rd. 57% der in der österreichischen Elektroindustrie tätigen Arbeiter beschäftigt sind. Die Gesamtzahl der 1936 in

Zahlentafel 1. Beschäftigte Arbeiter in der Elektroindustrie nach Ländern im Juni 1934.

Land	Betriebe mit einer Arbeiterzahl von													zusammen		
	Betr.	bis 5	Betr.	6...20	Betr.	21...50	Betr.	51...100	Betr.	101 bis 500	Betr.	501 bis 1000	Betr. ü. 1000	Betr.	Arbeiter	Lehr.
Wien	412	606	53	578	19	594	9	655	15	3113	4	2714	—	512	8260	576
Niederöstr.	261	338	34	300	7	243	6	400	—	—	1	522	—	309	1863	190
Oberöstr.	156	231	26	277	—	—	2	174	2	485	—	—	—	186	1167	124
Salzburg	67	92	7	86	1	40	—	—	1	128	—	—	—	76	346	37
Steiermark	148	220	27	284	5	135	2	176	3	560	—	—	—	185	1375	199
Kärnten	81	128	10	108	3	96	2	157	—	—	—	—	—	96	489	34
Tirol	131	193	11	112	5	130	—	—	1	152	—	—	—	148	587	63
Vorarlberg	36	49	10	100	4	134	2	141	—	—	—	—	—	52	424	36
Burgenland	21	22	2	16	2	74	—	—	—	—	—	—	—	25	112	12
zusammen	1313	1879	180	1861	46	1446	23	1763	22	4438	5	3236	—	1589	14 623	1271

Quelle: Wirtschaftsstatistisches Jahrbuch 1936

621. 311. 003. I (065) (493) **Die Elektrizität in Belgien. wirtschaftliche und finanzielle Organisation.** — In dem Auszug aus dem gleichnamigen Buch von Leon Michel werden die Elektro-Holding Gesellschaften Belgiens und ihr Betätigungsfeld im Auslande dargestellt. In einer Tafel werden 30 Gesellschaften mit ihren Firmenbezeichnungen aufgeführt, welche ihren Sitz in Belgien haben. Die Länder innerhalb und außerhalb Europas, in welchen diese Gesellschaften Interessen zu vertreten haben, werden in zwei getrennten Spalten aufgeführt. Die Wichtigkeit der Majorität in den verschiedenen Aufsichtsräten dieser ausgedehnten Verbindungen für die belgische Industrie wird hervorgehoben. Im einzelnen wird auf die Beteiligung in Frankreich und in Polen näher eingegangen. Von den genannten 30 Gesellschaften sind 15 an der Erzeugung und an der Verteilung des Stromes interessiert, während die übrigen 15 Stromverbraucher-Unternehmungen sind. Von beiden Gruppen wird eine Gesamtbilanz gegeben. In einer Schlußzusammenfassung wird auf die solide Grundlage der belgischen Holding-Unternehmungen im Gegensatz zu den amerikanischen Übergründungen hingewiesen. [L. Michel, Bull. commerc. (1937) H. 22, S. 1541; 5 S.] Trb.

Jubiläen. — Am 1. April d. J. blickte die Firma Gebr. Ruhstrat, Göttingen, auf ihr 50jähriges Bestehen zurück. Aus kleinsten Anfängen heraus hat sich die Firma zu einem Unternehmen entwickelt, das heute rd. 350 Gefolgschaftsmitglieder zählt. — Am 6. April feierte die Firma Messer & Co. GmbH., Frankfurt a. M., den Tag, an dem sie vor 40 Jahren von ihrem Alleinhaber Herrn Adolf Messer gegründet wurde. Herr Messer feierte gleichzeitig seinen 60. Geburtstag.

¹⁾ 1 \$ = 2,5 RM.

der Elektroindustrie tätigen Personen beläuft sich nach den Mitteilungen des Österreichischen Fachverbandes der Eisen-, Metall- und Elektroindustrie auf 14 000 Beschäftigte. Zur Beurteilung der Beschäftigungslage und der Produktionskapazität ist es wichtig, daß der Höchststand vom Jahre 1929 eine Beschäftigtenzahl von über 30 000 Personen aufwies. Die Tatsache, daß die Zahl der Lehrlinge in den letzten Jahren von 3912 (1926) auf 1271 (1934) stetig zurückging, ist allerdings für die Beurteilung der zukünftigen Entwicklung der Elektroindustrie hinsichtlich einer genügenden Verfügung über fachlich ausgebildete Arbeitskräfte nicht ohne Belang, wenngleich auch noch 5139 Stellung suchende Arbeiter und Angestellte in diesem Industriezweig im Dezember 1937 gezählt wurden.

Hinsichtlich der Größengliederung der Betriebe muß festgestellt werden, daß 82,6% der Gesamtzahl der im Jahre 1934 gezählten Betriebe nur bis fünf Arbeiter beschäftigten. Der größte Teil davon sind „Einmannbetriebe“, die besonders stark in den Zweigen „Installationsmaterial“ und „Beleuchtungs- und Kraftübertragungsanstalten“ vertreten sind. Mit steigender Größenklasse nimmt die Zahl der Betriebe ab. Nur fünf Betriebe beschäftigen 501 bis 1000 Arbeiter, die allerdings 22,1% der Gesamtzahl der beschäftigten Arbeiter ausmacht.

Nach Industriezweigen ergibt sich folgendes Bild. Es waren 1934 beschäftigt in der:

Schwachstromindustrie	15%
Maschinen- und Motorenerzeugung	19%
Beleuchtungs- und Kraftübertragungsanstalten	41%
Installationsmaterial	17%
Glühlampenerzeugung	8%

Insgesamt . 100%

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernsprecher: 30 06 31. — Postscheckkonto: Berlin 213 12.
Postscheckkonto für Mitgliedsbeiträge: Berlin 1810 00.

Bekanntmachung.

Elektroflurfördergeräte.

Durch die Normgruppe „Elektroflurfördergeräte“ bei der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie sind Normblattentwürfe zu

DIN VDE 3568 „Elektrolastwagen, Batterietröge“ und
DIN VDE 3569 „Elektrolastwagen, Klemmen und
Kabelschuhe für Batterietröge“

aufgestellt worden, die auf S. 406 dieses Heftes veröffentlicht sind. Beide Blätter gelten für Elektro-Lastfahrzeuge von $\frac{3}{4}$ bis 5 t Nutzlast.

Zu DIN VDE 3568 ist noch folgendes zu bemerken: Der größere Trog kann für den Einbau von 20-zelligen Batterien bis zu 400 Ah oder von 40-zelligen Batterien bis 200 Ah verwendet werden. Der Trog, der zwischen den Achsen in der Mitte des Fahrzeugrahmens aufgehängt oder vorn über der Achse nach oben herausnehmbar angeordnet werden kann, sollte ursprünglich als Norm für sämtliche Fahrzeuge festgelegt werden. Da jedoch insbesondere bei den mittleren und schwereren Fahrzeugen die 2- bzw. 4-Trojanordnung durch die seitliche Aufhängungsmöglichkeit wesentliche Vorteile bietet, wurde von der Mehrzahl der Elektrofahrzeuge bauenden Firmen ein zweiter Trog vorgeschlagen, der auch bei Fahrzeugen von einer Nutzlast von weniger als 2 t in 2-Trojanordnung verwendet werden kann. Dieser schmälere Trog entspricht in seiner Längen- und Höhenabmessung dem größeren und gestattet den Einbau von 20-zelligen Batterien für 250 Ah, so daß die Vorteile der guten Zugänglichkeit mit höherer Leistungsfähigkeit vereint werden, wodurch das Fahrzeug einen größeren Fahrbereich erhält. Es steht somit jedem Hersteller frei, für seine verschiedenen Fahrzeuggattungen den geeigneten Trog zu verwenden. Die Vielzahl der bisher verwendeten Tröge ist somit auf 2 verringert worden.

Anregungen und Einsprüche zu den Entwürfen sind in doppelter Ausfertigung bis zum 14. Mai 1938 an die Geschäftsstelle des VDE zu richten.

Verband Deutscher Elektrotechniker
Der Geschäftsführer:
Blendermann

Aus den VDE-Bezirken.

Bezirk Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein E. V.
(Gegründet 1879)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 IV, VDE-Haus.
Fernsprecher: 34 88 85. — Postscheckkonto: Berlin 183 02.

Besichtigung.

Am Freitag, dem 6. Mai 1938, findet eine Besichtigung des Hochspannungsinstitutes Babelsberg der Technischen Hochschule Berlin statt.

Näheres ist aus den Mitteilungen (Nr. 4) des VDE Bezirk Berlin-Brandenburg vom 7. April 1938 zu ersuchen.

VDE Bezirk Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein E. V.

Der Geschäftsführer:
Burghoff

Sitzungskalender.

VDE. Bezirk Köln. 22. 4. (Fr), 20⁰⁰, Lese-Gesellschaft: „Fernsprechkabel“. Dr. Kieser VDE.

VDE. Bezirk Magdeburg. 19. 4. (Di), 20¹⁵, Techn. Staatslehranst.: „Leistungsschalter und Leistungstrennschalter beim Schalten im Prüffeld und im Betrieb“. Dr.-Ing. Hammeier VDE.

VDE. Bezirk Niedersachsen, Hannover. 19. 4. (Di), 20⁰⁰, T. H.: „Bericht über eine Amerikareise unter Berücks. der Schalterfrage“. Dir. Dr.-Ing. F. Kesselring VDE.

VDE. Bezirk Niedersachsen, Stützpunkt Wilhelmshaven. 26. 4. (Di), 20¹⁵, Kurhaus im Park: „Festigkeit und Verschleiß im Niederspannungsschaltgerätebau“. Dir. H. Franken.

VDE. Bezirk Pommern, Stettin. 22. 4. (Fr), 20¹⁵, Konzerthaus: „Die Entwicklung der Stromversorgung von Stettin“ (m. Lichtb.). Oberg. Drexler VDE.

VDE. Bezirk Südsachsen, Chemnitz. (gemeinsam mit dem DVGW und der NS-Gemeinschaft „Kraft durch Freude“, Amt „Schönheit der Arbeit“). 21. 4. (Do), 20⁰⁰, Städt. Elektrizitätswerk: „Gegenwartsaufgaben der Lichttechnik unter bes. Berücks. von Wohn- und Werkbeleuchtung“. Dr. W. Köhler. Kulturtonfilm: „Licht“ des Amtes „Schönheit der Arbeit“.

VERSCHIEDENES.

BRIEFE AN DIE ETZ.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Wissenschaftlichen Leitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Bemerkungen zu dem Vortrag von W. Wild,
S. 385 dieses Heftes.

Der Vortrag „Geräuschstörungen bei der Übertragung von Sprache auf Leitungen“ hat uns in anschaulicher Weise gezeigt, welche Arten von Geräuschstörungen bei der Übertragung von Sprache auf Leitungen auftreten können und in welchem Maße hierdurch die Verständlichkeit herabgesetzt wird. Bezüglich der Störungen durch Raumgeräusche möchte ich darauf hinweisen, daß bei der üblichen Rückhördämpfung unserer neuzeitlichen Fernsprechapparate ein Raumgeräusch von 56 Phon etwa die gleiche Störwirkung hervorruft, die der vom CCI als Höchstwert zugelassenen Geräusch-EMK

von 5 mV entspricht. Da in den meisten gewerblichen Räumen Geräusche in der Stärke von 60 Phon und mehr auftreten, muß es als zwecklos bezeichnet werden, den zulässigen Höchstwert der Geräusch-EMK noch weiter herabzusetzen. Es wäre im Interesse der Stark- und Schwachstromtechnik sehr zu begrüßen, wenn das CCI bei seinen weiteren Beratungen die vorbezeichnete Tatsache berücksichtigen würde.

Berlin, 31. 1. 1938.

E. Schulze.

Bemerkungen zur Zuschrift des Herrn E. Schulze.

Es ist richtig, daß etwa 56 Phon Raumgeräusch ebenso stören wie die zugelassene Geräusch-EMK von 5 mV. Das ist z. B. in einem Beitrag zur Frage des höchstzulässigen Geräusches im Fernsprechverkehr von K. Braun, Telegr.-Fernspr.-Funktechn. 26 (1937) H. 12, S. 284, rechnerisch

auseinandergesetzt worden. Man muß aber bedenken, daß der Wert von 5 mV für eine internationale Fernsprechverbindung gilt und daß man zur Abwicklung solcher Ferngespräche in der Regel doch ruhige Räume aufsucht, in denen vielleicht nur 40 Phon Raumgeräusch auftritt. Bei 40 Phon wird aber erfahrungsgemäß die Verständlichkeit nicht mehr beeinträchtigt, so daß sich das Leitungsgeschlecht ebenso wie bei 0 Phon auswirkt.

Falls der zulässige Wert der Geräusch-EMK neu festgelegt werden sollte, wird man übrigens die Entscheidung hierüber hauptsächlich von statistischen Ergebnissen abhängig machen. Man wird dazu die Zahl der Rückfragen im normalen Sprechverkehr zugrunde legen, die in natürlich oder künstlich gestörten Leitungen bekannter Geräusch-EMK erforderlich werden und sie mit der Zahl der Rückfragen in geräuschfreien Leitungen vergleichen. Hierbei wird von selbst allen zusätzlichen Einflüssen, also auch der Wirkung der Raumgeräusche im Sprechbetrieb Rechnung getragen.

Berlin, 17. 2. 1938.

W. Wild.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Anton Riedl †.

Am 11. 3. 1938 verschied nach einer schweren Operation im Alter von fast 52 Jahren Herr Obering. Anton Riedl vom Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerk AG., Verwaltung Wesel. Weiten Fachkreisen ist er durch die Heinisch-Riedl-Schutzschaltung und durch seine langjährige rege Mitarbeit in verschiedenen Ausschüssen des VDE und der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung bekanntgeworden.

Riedl stammte aus Deutschböhmen, besuchte die Staatsgewerbeschule in Komotau und trat, nachdem er mehrere Jahre für die AEG und für ein Ingenieurbüro in Ham-born tätig gewesen war, vor nunmehr 26 Jahren in die Dienste des RWE, dem er seitdem ununterbrochen angehört hat. 1914 übernahm er die Leitung des RWE-Betriebsbüros in Kleve; 1927 wurde er in die Betriebsverwaltung Wesel berufen, um hier die Oberleitung der Abteilungen Installation, Revision und Werbung zu übernehmen. Während seiner Tätigkeit beim RWE hat er sich große Verdienste um die Elektrisierung des unteren Niederrheins erworben. Von Anfang an beschäftigten ihn auch die mannigfachen Probleme der Niederspannungsversorgung, die vielfach, aber



A. Riedl †.

unberechtigt, als untergeordnet angesehen werden. Als mit der Ausbreitung der elektrischen Energieversorgung in größerem Umfange auch die Zahl der elektrischen Unfälle durch Berührungsspannung zunahm, wandte er sich, von Heinisch dazu herangezogen und in gemeinsamer Arbeit mit ihm, erstmalig diesem Fragegebiet zu. Die damals noch völlig im Dunkeln liegenden Zusammenhänge wurden aufgeklärt und weitere neuartige und durchschlagende Lösungen angegeben, die in vielen in- und ausländischen Patenten niedergelegt sind. Riedl hat damit nicht nur seinem engeren Arbeitskreis, sondern auch der Allgemeinheit, weit über die deutschen Grenzen hinaus, unschätzbare Dienste erwiesen.

Anton Riedl war nicht nur ein schöpferischer Ingenieur mit praktischem Blick, sondern genoß auch als Mensch wegen seiner Kameradschaftlichkeit und Hilfsbereitschaft einen ausgezeichneten Ruf, der ihm ein dankbares und ehrendes Gedenken sichert.

G. Oehlert. — Seinen 70. Geburtstag beging am 2. 4. d. Js. Herr Dr. Gustav Oehlert, der mit seinem Sohn Dr. Harald Oehlert Inhaber der Elektrotechnischen Fabrik Heid & Co. in Schönthal bei Neustadt a. d. Weinstraße ist. Herr Dr. Oehlert hat das 1902 von ihm gegründete Unternehmen

glücklich durch die Fährnisse des Weltkrieges und der Nachkriegszeit, die ihm persönlich mehrjährige Ausweisung brachte, hindurchgesteuert; das Vertrauen seiner Fachgenossen machte ihn zum Leiter der Europa-Konvention der deutschen Hersteller von Kohlebürsten.

Hochschulnachrichten. — Herrn Dr.-Ing. Walter Wolman, Laboratoriumsvorstand im Zentrallaboratorium der Siemens & Halske A. G., wurde zum 1. 4. 1938 eine planmäßige ao. Professur für Fernmeldeanlagen und technische Akustik an der T. H. Dresden übertragen. An dieser Hochschule, die schon seit jeher die Schwachstromtechnik besonders gepflegt hat, bestanden schon seit 1911 dafür zwei Professuren mit eigenen Instituten, von denen die eine (Prof. Barkhausen) die theoretischen Grundlagen und die andere (Prof. Möllering) die praktischen Anwendungen und das Eisenbahnsicherungswesen behandelte. Die zweite Professur soll der gewaltigen Entwicklung der Schwachstromtechnik entsprechend weiter ausgebaut und auch der seit langem geplante Neubau jetzt durchgeführt werden.

BUCHBESPRECHUNGEN.

621. 315. 615. 2. 004. 5

Ölbewirtschaftung. Betriebsanweisung für Prüfung, Überwachung und Pflege der im elektrischen Betrieb verwendeten Öle. 2. Aufl. Herausgeg. v. d. Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung in Zusammenarbeit mit dem Verein deutscher Eisenhüttenleute und dem Verband Deutscher Elektrotechniker. Mit 21 Abb., XI u. 179 S. im Format A 5. Verlag Julius Springer, Berlin 1937. Preis geb. 8 RM.

Die 2. Auflage zeichnet sich dadurch aus, daß sie neue Abschnitte, darunter solche für Wasserturbinenöle und Öle für Zähler und ähnliche feinmechanische Geräte enthält, so daß nun der Inhalt des Buches dem Begriffsumfang des Titels besser entspricht.

Ferner wurden die VDE-Vorschriften 0370/1936 als loser Anhang beigelegt, wodurch die im Buch enthaltene Beschreibung der für Isolieröle so wichtigen Prüfung auf Durchschlagsfestigkeit eine wertvolle Ergänzung erfährt. Außerdem enthalten diese Vorschriften die bekannte Vtz-Bestimmungsmethode, die an Stelle der Baaderschen Probe gewählt werden kann. Neu ist ferner die Beschreibung des Flammpunktsprüfers nach Dr. Baader mit elektrischer Heizung und Zündung.

Die Beschreibung der Zähigkeitsmessung ist ergänzt worden durch die Schilderung der Viskositätsbestimmung bei niedrigen Temperaturen. Da die Kriegsöle inzwischen wohl in den meisten Betrieben aufgebraucht sind, war es möglich, die Zeitabstände, in denen Öle zu untersuchen sind, zu verdoppeln. Bedeutend ausführlicher wie bisher wurden die Abschnitte über die mechanische Reinigung und Trocknung sowie der über die Regenerierung behandelt, entsprechend der gesteigerten Bedeutung, die diesen Fragen heute selbst in öleichen Ländern zugestanden wird. Hier verdient das Richtersche Schnellfilter erwähnt zu werden, das verschiedene Vorteile bietet und ausführlich beschrieben ist. Dadurch wird sich diese 2. Auflage auch in allen Kreise, die größere Ölmengen bewirtschaften oder erneuern, als wertvoller Ratgeber einführen.

Das Schrifttumsverzeichnis wurde auf die Zeit ab 1926 beschränkt und mit Kurzzeichen versehen. Im übrigen wird das vom Verlag gut ausgestattete Buch, dessen 1. Auflage im In- und Auslande lebhaft Verbreitung gefunden hat und bald vergriffen war, in seiner erweiterten 2. Auflage noch viele Freunde gewinnen und dazu beitragen, daß der Ölbewirtschaftung in allen einschlägigen Industrien immer mehr Beachtung geschenkt wird. V

53. 001. 5

Einführung in die theoretische Physik (in drei Bänden). Von Prof. Dr. Cl. Schaefer. 3. Bd., 2. Teil: Quantentheorie. Mit 88 Abb., VII u. 510 S. im Format 165 x 245 mm. Verlag W. de Gruyter & Co., Berlin u. Leipzig 1937. Preis geh. 26 RM, geb. 28 RM.

Während die bisher erschienenen Bände und Teile ein Lehrbuch theoretischer Prägung darstellten, bietet dieser Schlußteil einen von hoher Warte geleiteten Einblick in die heutige Physik, wie sie an die Namen Planck, Bohr, Dirac u. a. anknüpft. Die Darstellung ist meisterhaft, die Klarlegung des physikalischen Gehaltes, die Einkleidung in die Sprache der Mathematik, die logische Schlußfolgerung, das experimentelle Ergebnis, aber auch das Herausarbeiten der Widersprüche und Schwierigkeiten ist Punkt für Punkt durchgeführt und zeigt

den gewaltigen Fortschritt der Grundlagen der Physik in der letzten 25 Jahren auf. Der vorliegende Band ist in sich abgeschlossen, weil er bei Verweisen auf frühere Bände das Wesentliche wiederholt. So kann jeder, der sich an Hand eines sicheren und wohlverstandenen Führers in die überaus reizvolle Fortentwicklung der Physik — und die Physik von heute ist die Technik von morgen — einführen lassen will, mit großem Vorteil für sich zu diesem Buche greifen. Er sieht das Versagen der klassischen Physik bei der Theorie der Strahlung, lernt die semikorpuläre Auffassung der Strahlung und die Einarbeitung des Planckschen Strahlungsgesetzes kennen. Das Bohrsche Atommodell mit seinen experimentellen Grundlagen und seinen Anwendungen auf die optischen und Röntgenspektren folgt. Versagen des Modells führt zu den Grundlagen der Wellenmechanik und dem Nachweis von Materiewellen. Die letzten vier Kapitel sind den Anwendungen der Wellenmechanik, ihrer statistischen Deutung der Strahlung und der relativistischen Verallgemeinerung gewidmet und führen bis zu den Zuständen negativer Energie in der Diracschen Theorie und zum Positron. Bei der Kernphysik fehlt noch die theoretische Verarbeitung der experimentellen Erkenntnisse, deshalb ist sie mit Ausnahme der Darstellung des radioaktiven Zerfalls nach Gamow ausgelassen worden. Wir freuen uns, im deutschen Schrifttum eine so eingehende und didaktisch hervorragend aufgebaute Darstellung der modernen theoretischen Physik zu besitzen. E. Lübcke.

620. I : 669. I

Werkstoff-Handbuch Stahl und Eisen. Herausg. vom Verein deutscher Eisenhüttenleute. Mit dem Werkstoffausschuß des Vereins deutscher Eisenhüttenleute u. zahlr. Fachgenossen bearb. v. Dr.-Ing. K. Daevs. 2. neu bearb. Aufl. Mit zahlr. Abb., Zahlentafeln u. sonstigen Übersichtsblättern im Format 180×220 mm. Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf 1937. Preis f. d. Ringbuch in Lederdecke 34,50 RM.

Das Werk liegt nach zehnjährigem Bestehen in „Neuer verbesserter Auflage“ vor. Sein hoher Wert für Erzeuger und Verbraucher von Stahl und Eisen ist bekannt. Es hat viel zu klarer und eindeutiger Kenntnis dieser Werkstoffe beigetragen. Auch diesmal sind die Blätter des als Ringbuch herausgegebenen Werks von Fachleuten verfaßt und in ihren Angaben überprüft. Die Gruppen 1. Allgemeines, 2. Eigenschaften und ihre Prüfung, 3. Eisen- und Stahlsorten bestimmter Herstellung und Zusammensetzung, 4. Stahlsorten für bestimmte Verwendungsgebiete, 5. Stahlbehandlung und Prüfung, wurden beibehalten. Ebenso schließt jedes Thema mit einem Schrifttumsverzeichnis, das ein tieferes Eindringen ermöglicht.

Den Elektrotechniker dürften besonders in der Gruppe 4 die Blätter: Dauermagnetwerkstoffe, Eisenlegierungen mit besonderen magnetischen Eigenschaften, unmagnetische Stähle, Dynamostähle interessieren. Im Rahmen des Vierjahresplans sind die Arbeiten zu den Molybdän- und Chrom-Molybdän-Stählen, plattierten Blechen zu beachten, da ihre Verwendung zu Ersparnis von Nichteisenmetallen führt. Sehr beachtenswert sind auch die Angaben zu „Zerstörungsfreien Prüfungsverfahren“, die dahin zusammengefaßt werden, daß „die Rückschlüsse aus dem Prüfbefund auf das Verhalten unter betriebsmäßigen Beanspruchungen nicht immer frei von Willkür sind und stets ein beträchtliches Maß von Erfahrung und Verantwortungsgefühl erfordern.“ Hier besteht immer noch ein weites Feld der Fortentwicklung. So bietet hier und an anderen Stellen das Werk Anregung zu wissenschaftlicher Forschung, wie es dem Verbraucher nicht warm genug bei der Auswahl des jeweilig für den Verwendungszweck geeignetsten Werkstoffs empfohlen werden kann. A. Przygode VDE.

33 : 62

Das Wirtschaftsganze im Blickfeld des Ingenieurs. Eine Einführung in die Volkswirtschaft. Von Prof. Dr. O. Goebel. (3. Heft der Schriftenreihe Ingenieurfortbildung. Herausg. v. Prof. Dipl.-Ing. G. von Hanffstengel.) Mit V und 111 S. im Format 155×220 mm. Verlag Julius Springer, Berlin 1937. Preis geh. 4,80 RM.

Die jüngste Entwicklung der gewerblichen Wirtschaft zeigt ein planmäßiges Vordringen der Technik in der Verbesserung der Fertigung. Andererseits fordert der Verkauf technischer Erzeugnisse eine glückliche Ergänzung von kaufmännischer Gewandtheit und technischen Kenntnissen. Der Ingenieur muß sich deshalb heute weit mehr als früher mit den wirtschaftlichen Erscheinungen befassen. Soweit hierbei betriebswirtschaftliche Aufgaben zu erfüllen sind, ist die tägliche Betriebserfahrung eine ausreichende Lehrmeisterin. Fragen des allgemeinen Wirt-

schaftslebens bleiben dem Ingenieur dagegen mehr oder weniger fremd, wenn er mit ihnen in seiner Tätigkeit nicht eng verbunden ist.

Einem besseren Vertrautwerden des Ingenieurs mit der Wirtschaft dient das vorliegende Buch. Es erfüllt seine Aufgabe durch eine weise Beschränkung des Stoffumfanges und einen Verzicht auf tiefergründige Abhandlung. Ausgehend von einer Darstellung der Wirtschaftssysteme und -stufen, der Bewegung im Wirtschaftsablauf und den Standorts- und Bevölkerungslehren behandelt der Verfasser kurz die wichtigen Wirtschaftszweige, um dann die wirtschaftlichen Organisationsmaßnahmen zu besprechen. Daran schließen sich Abschnitte an über Geldzusammenhänge, den Einsatz der Maschine, die Stellung des Ingenieurs in Marktbeurteilung und Verkauf, über die Bedeutung des Auslandsdeutschtums für die heimische Wirtschaft sowie schließlich über Wehrwirtschaft und Rohstoffunabhängigkeit. Manche Gebiete der Nationalwirtschaft mußten hierbei leider sehr knapp behandelt werden, so Außenhandel und Handelspolitik, Preisbildung, Binnenhandel und die Ertragsbildung.

Durch die gewählte Aufgliederung der Wirtschaftserscheinungen und die immer wieder vorgenommene Erläuterung durch Beispiele ist das Buch im ganzen sehr geeignet, den wirtschaftlichen Blick des jungen Ingenieurs zu schulen. H. Spies.

EINGÄNGE.

[Ausführliche Besprechung vorbehalten.]

Bücher.

Automatic protection of a. c. circuits. Von G. W. Stubbings. 2. Aufl. Mit 210 Abb., VIII u. 311 S. im Format 150×225 mm. Verlag Chapman & Hall Ltd., London 1938. Preis geb. 15 s.

Deutsche Physik in vier Bänden. Von Ph. Lenard. 2. Bd.: Akustik und Wärmelehre. Mit 88 Abb., X u. 271 S. im Format B 5. J. F. Lehmanns Verlag, München 1936. Preis geh. 7,80 RM, geb. 9 RM.

Physics in Industry. Magnetism. Lectures delivered before the Manchester and District Branch of the Institute of Physics on 1st and 2nd July 1937. Mit zahlr. Abb., VI u. 102 S. im Format 160×245 mm. The Institute of Physics, London 1938. Preis geb. 4 s 6 d.

Raumexplosionen durch statische Elektrizität. Von Dr.-Ing. H. Freytag. Mit 2 Fig., 24 Tab. u. 115 S. im Format A 5. Verlag Chemie G.m.b.H., Berlin 1938. Preis kart. 3,60 RM.

Elektrotechnische Lehrbücher. Bd. 3: Gleichstrommaschinen. 3. neubearb. Aufl. Von Prof. Dipl.-Ing. G. Haberland unter Mitwirkg. v. Dr.-Ing. F. Haberland. Mit 122 Abb., VIII u. 134 S. im Format A 5. Verlag Dr. Max Jänecke, Leipzig 1938. Preis kart. 2,40 RM.

Die Wandlungen in der Stellung des deutschen Werkmeisters. Von F. Schildberger. (Schriftenreihe der Arbeitsgemeinschaft für Technikgeschichte des VDI.) Mit 70 S. im Format A 5. VDI-Verlag G.m.b.H., Berlin 1937. Preis kart. 4,50 RM.

[Im Laufe der technischen Entwicklung und sozialen Gestaltung war auch der Werkmeisterberuf einem steten Wandel unterworfen. Das Büchlein behandelt diese Zusammenhänge in geschichtlicher Reihenfolge mit dem Ziel, durch richtungsweisende Anregungen diesen Berufsstand zu heben und zu fördern, besonders im Interesse der Leistungsfähigkeit unserer Industrie.]

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:

Dipl.-Ing. A. Bigalke VDE, Berlin-Karlshorst, Rheinsteinstr. 68.
Dipl.-Ing. H. Kemper VDE, Berlin-Charlottenburg 9, Stülpnagelstr. 2.
Obering. Dr.-Ing. E. h. C. Trettin VDE, Berlin NW 40, Rathenower Str. 5.

Regierungsbaumeister W. Wild, Berlin-Charlottenburg, Westendallee 92.

Abschluß des Heftes: 8. April 1938.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE

Zuschriften sind nicht an eine persönliche Anschrift zu richten, sondern nur an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und nur mit Genehmigung des Verfassers und der Wissenschaftlichen Leitung der ETZ gestattet.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Herausgegeben vom Verband Deutscher Elektrotechniker E.V.

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

59. Jahrgang

Berlin, 21. April 1938

Heft 16

Rückblick auf die Leipziger Frühjahrsmesse im Hause der Elektrotechnik.

Von G. H. Winkler VDE, Berlin.

Der Elektrotechniker betrat in diesem Jahr das „Haus der Elektrotechnik“ mit besonderer Spannung im Hinblick darauf, wie sich wohl der Erweiterungsbau in den vertrauten Rahmen des Hauses eingefügt habe. Die Urteile, die man hörte, lauteten durchweg sehr günstig. Die große Anbauhalle wirkt schön, ist besonders hell und zeigt eine eindrucksvolle Linienführung der Konstruktion. Die Ausstellungsfläche im HdE ist durch den Neubau um 2600 m² auf rd. 11 000 m² angewachsen. Trotzdem findet bei weitem nicht die ganze

Elektroindustrie Platz im HdE. Zahlreiche Firmen, im besonderen auch wieder des Rundfunk- und Hausgerätebaues, stellen in Halle 4 aus; weiter fanden sich die Schweißmaschinen in Halle 11 und Einzelheiten in allen übrigen Hallen.

Die Stände der Elektroindustrie boten alles in allem ein Bild lebhaften Aufschwunges. Auf Schritt und Tritt ließen sich Neuerungen oder Konstruktionsänderungen

feststellen, und bei praktisch allen Firmen begegnete man in vielfältiger Form dem Bestreben, heimischen Werkstoff zu verwenden, wo dies nur immer möglich und zweckmäßig ist. Mehr und mehr gehen auch die Aussteller dazu über, den Messebesucher durch besonders gebaute Vorführmodelle, Tafeldarstellungen und ähnliches zu belehren, so daß die Technische Messe neben ihrem Hauptwert als Mustermesse auch zunehmend Ausstellungsscharakter bekommt. Das Zusammentreffen von Fachleuten aus dem ganzen Reich und dem Ausland gibt ohnehin willkommenen Anlaß zur Aussprache über Fragen des elektrotechnischen Fortschritts, und im gleichen Sinne wirken die Vortragsveranstaltungen während der Messe. Der VDE hatte die Fachgenossen am 8. März zu Vorträgen eingeladen mit dem Thema „Elektrotechnik und Vierjahresplan“. Naturgemäß standen auch hier, wie bei der Messe überhaupt, die Werkstoffe im Vordergrund der Betrachtung.

Im folgenden soll nun in großen Zügen geschildert werden, wie sich der Fortschritt der Elektrotechnik in

einzelnen Fachgebieten dem Besucher darbot. Wie schon oben gesagt, zeigte sich rege Arbeit überall, und immer wieder spürte man auch die belebende Wirkung, die von den großen Aufträgen des Staates ausstrahlt und Neuentwicklungen zeitigte.

Elektromaschinenbau.

Leichtmetallbau ist an Elektromaschinen schon seit einer Reihe von Jahren nichts Neues mehr, sofern man

an die teilweise Verwendung von Leichtmetall denkt, etwa für Kurzschlußläufer-Käfige, Lager-schilde u. dgl. Dagegen bestehen Motoren mit

Leichtmetallgehäuse (Elektron), das um das unentbehrliche Ständereisen herumgegossen bzw. aufgespritzt ist, erst seit jüngster Zeit¹⁾. Während die Suche nach einem Austauschwerkstoff für Eisen der Ursprung dieser Bauart ist, ergeben sich doch auch anderseits

gewisse Vorteile durch geringes Gewicht, günstige Wärmeabfuhr, leichte Bearbeitbarkeit; nachteilig wirken sich z. B. aus der vorerst noch höhere Preis des Leichtmetalles und der Oberflächenschutz, während die elektrischen Werte derartiger Motoren, soweit sie bis jetzt bekanntgeworden sind, offenbar dem Eisenmotor nicht nachstehen. Jedenfalls dürfte auf diesem Wege noch ein erheblicher Erfolg zu finden sein, denn die bedeutende Gewichtsersparnis ist schon für viele Zwecke ein großer Vorzug.

An den elektrischen Maschinen allgemein begegnete man einer Weiterentwicklung, die auf die Anpassung an besondere Anforderungen gerichtet ist, meist in Verbindung mit gewissen Arbeitsmaschinen. So sind beispielsweise die völlig gekapselten Motoren zu höherer Leistung weiterentwickelt worden, und zwar ohne Fremdkühlung dadurch, daß man dem Wärmegefälle möglichst kurze Wege zu überwinden gab. An einem 500 kW-Motor



Abb. 1. Tellansicht des VDE-Standes im Haus der Elektrotechnik.

¹⁾ ETZ 59 (1938) H. 9, S. 231.

liegen Kühlrohre außen am Mantel; sie führen die Kühlluft des Motors und werden selbst durch einen in axialer Richtung blasenden Außenlüfter gekühlt. An Drehstrommotoren, die besonders zum Antrieb von Zentrifugen bestimmt sind, fand sich die Frage der Abführung der starken Anlaufwärme dadurch gelöst, daß einer der Kurzschlußbringe als Lüfter aus Widerstandsblechen aufgebaut ist; der Hauptteil der Anlaufwärme entwickelt sich also hier, an der Austrittsseite der Kühlluft. Ebenso spielt die Wärmeabfuhr die Hauptrolle bei der Entwicklung von Motoren für sehr häufiges Umsteuern, wie es vom Werkzeugmaschinenbau gefordert wird, um die Leistung der Werkzeugmaschinen erhöhen zu können. Derartige Motoren mit möglichst geringen Verlusten im Läufer sind für 1000 bis 2000 Umschaltungen in der Stunde bis zu 5 kW gebaut worden, für 7000 Umschaltungen bis zu 0,3 kW²⁾.

Interessant ist es auch, wie für die Umsetzungen der Drehzahl verschiedenartige Lösungen nebeneinander berechtigt sind. Man sah sehr häufig den Motor mit Getriebe, dessen Einbau je nach der Achslage verschieden ist, wobei also der hochtourige gewöhnliche Motor mit seinen guten

elektrischen Werten verwendet wird, und begegnete andererseits Sonderlösungen, z. B. einem Rollgangsmotor, der durch hohe Polzahl 180 U/min erreicht³⁾. Auch der Einphasenmotor war wieder gleichmäßig vertreten, teils als Anwurfmotor, teils mit Fliehkraftschalter zum Abschalten der Hilfsphase (allgemein Kondensator). Die Anzugskraft kann 150 % betragen. — Als weiteres Beispiel einer Sonderausführung sei noch der Motoren für Molkereien gedacht, die mit ihren besonders glatten Formen in geschlossener Bauweise und einem bakterientötenden Anstrich an schwer zugänglichen Stellen ihrem Zweck vorzüglich angepaßt sind.

Ein wichtiges Problem, das später noch eingehender berührt wird⁴⁾, ist die rasche Abbremsung von Antriebsmotoren. Der schon im Vorjahr erwähnte Motor mit eingebauter Verschiebebremse⁵⁾ hat durch Vergrößern des Bremsdurchmessers ein auf 150 % erhöhtes Bremsmoment erhalten.

Auffallend häufig fanden sich kleine tragbare Stromerzeugersätze, ferner sog. Hauszentralen und Notstromanlagen. Erwähnt seien etwa eine tragbare Anlage für 500 W, 110 V in Leichtmetallausführung, Gewicht 30 kg, oder für 500 W, 32 V mit Akkumulator und selbsttätigem Ladebetrieb ohne Zellschalter. Eine kleine, selbsttätig anlaufende Notstromzentrale hat z. B. 3 oder 7 kW mit Dieselmotorantrieb und übernimmt bei Ausbleiben der Netzspannung vollselbsttätig die Stromversorgung in 15 bis 20 s; dabei sind Relais völlig vermieden. Als Beispiel einer großen Anlage sei ein Notstromsatz (Diesel) für 80 kVA genannt, der mit Druckluft angelassen wird und in 6 bis 7 s die Stromlieferung selbsttätig aufnimmt.

Zugenommen hat auch der Bau von Kleinmotoren, etwa der bekannten Universalmotoren für Büromaschinen u. dgl. oder von Motoren hoher Drehzahlkonstanz und von Kleinumformern⁶⁾. Auch ein leistungsfähiger, sehr gedrängt gebauter Schwachstrommotor war ausgestellt (Abb. 2), der für den Antrieb von Registrierwerken und Kreiseln oder als Relaismotor gedacht ist, in Ausführungen bis 6 W Abgabe für 2 bis 50 V gebaut wird und einen

Wirkungsgrad von über 50 % besitzt. Der Koerzitmagnetanker ist kugellagert; die drei Feldspulen des Ständers erhalten durch eine Schalteinrichtung mit Exzenter in Kreisfolge Strom und erzeugen so ein sich drehendes Feld

Transformatoren.

An den gewöhnlichen Netztransformatoren, die in Einheitsreihen hergestellt werden, hat sich kaum etwas geändert, da sie den Ansprüchen des praktischen Betriebes genügen. Man darf diese Transformatoren als gewittersicher bezeichnen, sie sind zu einem guten Teile auch stoßfest, d. h. sie werden bei der Herstellung einer Typenprüfung auf Stoßfestigkeit unterworfen. Auf Grund der hierbei gesammelten Erfahrungen hat man dann die Isolation so verteilt, daß trotz gewisser Ausgleichsschwingungen nirgends eine Überbeanspruchung auftritt, bzw. man hat den Wicklungsaufbau so geändert, daß sich ohne Schwingungen gleichmäßige Spannungsverteilung bei gleichmäßiger Isolation einstellt, man also einen schwingungsfreien Transformator erhält. Der Regelung dienen Stufenregelschalter⁷⁾, im allgemeinen Bauart Jansen. Für Transformatoren kleiner bis mittlerer Leistung fand sich

auch ein neuer Lastschalter, der mit nur einem Wähl-

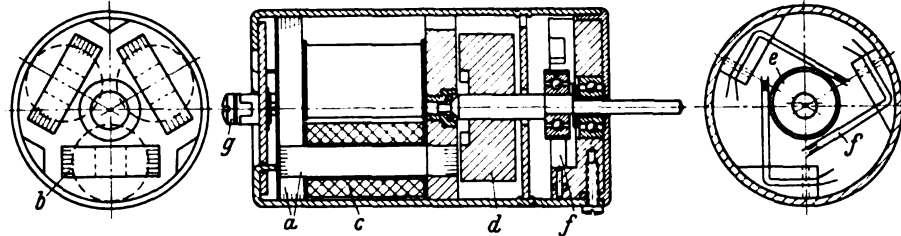


Abb. 2. Schnitt durch einen Schwachstrommotor.

- a Ständer, lamelliert
- b Ständerpol
- c Ständerwicklung
- d Anker aus Koerzit
- e Steuerexzenter
- f Umschaltkontakte
- g Anschlußklemmen

schalter arbeitet, jedoch auch mit Sprungschaltung. Als Kraftspeicher dient eine Feder. Dieser Schalter ist vorläufig für Ströme bis 100 A und 6 Anzapfungen bis zu Reihe 20 durchentwickelt.

Für die Spannungsregelung in Niederspannungsnetzen in Ausläuferleitungen und an einzelnen Abnehmern, ferner aber auch für Bühnen- und Luftschutzverdunkelung haben sich in zunehmendem Maße praktisch stufenlos regelbare Transformatoren durchgesetzt, die an der blankgemachten Wicklung die Spannung mittels Schleifkontakten bzw. Kontaktrollen aus Kohle abgreifen⁸⁾. Außerdem wird für derartige Zwecke auch wieder der Drehtransformator empfohlen, der z. B. bis 100 kVA zur Spannungsregelung mit einem Relais arbeitet, das alle 15 s Kontakt gibt und Spannungsschwankungen von 1,5 bis 3 % ausregelt. Die Kurzschlußfestigkeit dieser Transformatoren dürfte im allgemeinen genügen, da sie an solchen Stellen verwendet werden sollen, wo der Kurzschlußstrom z. B. durch den Haupttransformator begrenzt ist. Die $\cos \varphi$ -Verschlechterung ist nur unbedeutend, und das Geräusch hat man auch zu unterdrücken gewußt. Die lediglich für Luftschutzzwecke bestimmten kleinen Verdunkelungstransformatoren⁹⁾, die von zahlreichen Firmen ausgestellt wurden, arbeiten als Spartransformatoren mit einer stufenweisen Schaltung, etwa 2 bis 4 Stufen. An dieser Stelle sei auch der zweckmäßigen wasserdichten Transformatorenkästen für Tunnelbeleuchtung und Hilfsanschlüsse bei Arbeiten in Tunnels gedacht, die neu konstruiert wurden.

An Sonderausführungen fanden Prüftransformatoren starke Beachtung, die einmal in besonders gedrängter Bauweise mit offenem Eisenkreis¹⁰⁾ für 1 Mill V, ferner als Modell mit Fischer-Boekels-Gleichrichtung¹¹⁾ gezeigt wurden. Auch ein Wandertransformator 120 MVA, 200 kV wurde im Modell gezeigt, während der zugehörige 200 kV-Freistrahldruckgasschalter im Freigelände als Original aufgestellt war. Der Wandertransformator hängt mit vier

2) ETZ 59 (1938) H. 9, S. 232.

3) ETZ 59 (1938) H. 9, S. 231.

4) S. 417 dieses Heftes.

5) ETZ 58 (1937) S. 393.

6) ETZ 59 (1938) H. 9, S. 232.

7) ETZ 58 (1937) S. 874.

8) ETZ 59 (1938) H. 9, S. 210 u. 233.

9) ETZ 59 (1938) H. 9, S. 232; vgl. a. H. 13, S. 339.

10) ETZ 59 (1938) H. 9, S. 210.

11) ETZ 59 (1938) H. 9, S. 232.

Zapfen in zwei Eisenbahn-Sonderfahrgestellen und wird an seiner Einsatzstelle auf die Gleise abgeseht.

Hochspannungsschalter.

Die stürmische Entwicklung dieses Gebietes hat zwar ruhigere Bahnen eingeschlagen und bezüglich des eigentlichen Schalteiles haben sich Standardtypen entwickelt, trotzdem aber sah man im Haus der Elektrotechnik eine Reihe neuer Konstruktionen. Neben dem Ölschalter kann man grundsätzlich ölarme Schalter, Wasser-schalter, Druckluftschalter und sog. Hartgasschalter unterscheiden. Der Ölschalter in seiner alten Form kann den erhöhten Leistungsansprüchen durch Einbau neuzeitlicher Löschkammern angepaßt werden, die mehrere Firmen herstellen¹²⁾. Er wird auch wieder in einer älteren Bauart als sog. gasfreier Ölschalter mit kleinem Ölraum gebaut, bei dem durch Form und Bauart des Deckels das Öl den Kasten ganz ausfüllt, ohne Luftpolster unter dem Deckel. Als Beispiel für neue ölarme Schalter mögen die Abb. 3 und 4 dienen.

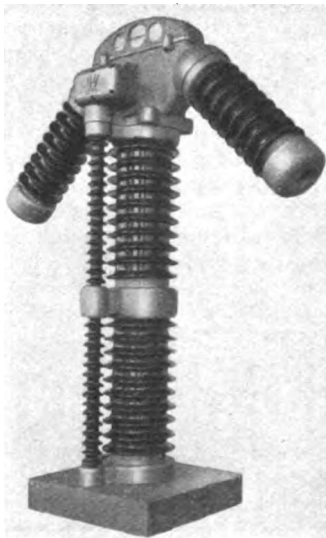


Abb. 3. Druckausgleichschalter, 200 kV, 600 A.

Abb. 3 zeigt einen Pol eines Druckausgleichschalters für 600 A, 200 kV, 1300 MVA. In den beiden Schrägarmen sind zwei Löschkammern untergebracht; sie sind hintereinandergeschaltet, gegen den Mittelteil isoliert und werden gleichzeitig durch die vorn sichtbare Isolierwelle betätigt (Druckluft- oder Motorantrieb). Die Bauart ist raumsparend und bietet eine einfache Lösung der Isolierungsfrage.

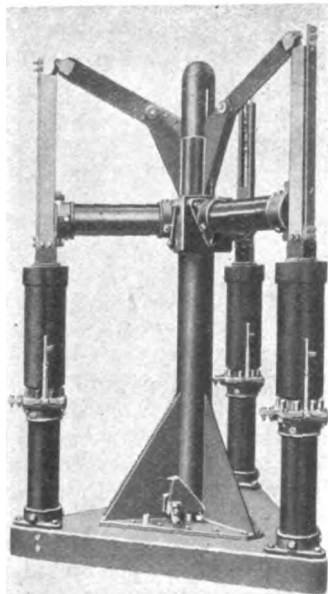


Abb. 4. Strömungsschalter, 60 kV, 600 A.

In Abb. 4 sehen wir einen sog. Strömungsschalter für 600 A, 60 kV und 600 MVA. Die drei Schalterpole sind im Dreieck um die Betätigungssäule aufgebaut, an der unten der Anschluß für den Antrieb zu erkennen ist. Der Antrieb der drei Pole ist also hier recht einfach; durch den Dreiecksaufbau ist auch eine gute Symmetrierung der Kräfte gewährleistet. Als Isolation dient Hartpapier. Die Schaltstifte sind versilberte Hohlstifte, die sich auch bei häufigen schweren Kurzschlußschaltungen gut bewährt haben. Weitere Beispiele öl- armer Schalter bzw. Leistungstrennschalter enthielt H. 9 der ETZ, S. 235 und 236.

Für die Weiterentwicklung des Wasserschalters für höhere Spannung möge der in Abb. 5 dargestellte Expan-

sionsschalter einen Beweis liefern¹³⁾; er wurde erstmalig für 60 kV gebaut und zeigt die bekannte geschlossene, raumsparende Form. Für das Beispiel eines Druckgasschalters sei auf eine der letzthin in der ETZ veröffentlichten Abbildungen verwiesen¹⁴⁾. Dort wurde auch eine Skizze des oben schon erwähnten Wander-Freistrahlschalters für 200 kV gebracht. Dieser Schalter in Form eines Drehtrennschalters zieht einen Lichtbogen in freier Luft und löscht ihn nach zwei Halbwellen durch Druckluft, die an den Kontakthalten in axialer Richtung um den Schaltstift herum austritt. Die Druckgasschalter ohne Kompressor („Hartgasschalter“) arbeiten mit einem in fester Form gespeicherten Löschmittel, das durch die Lichtbogenwärme sehr rasch in Gasform freigemacht wird; diese Schalter werden bis 20 kV und bis 200 MVA gebaut¹⁵⁾.

Auch an Trennschaltern fanden sich neue Bauformen, z. B. der Schubtrennschalter mit im Kreis angeordneten Trennmessern¹⁶⁾ und ein stabiler Stahltrennschalter¹⁷⁾.

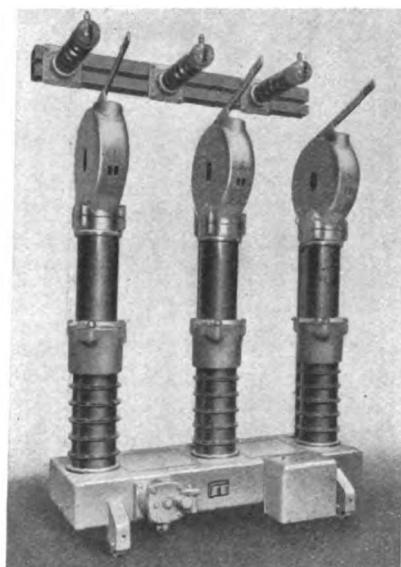


Abb. 5. Expansions- (Wasser-) Schalter, 60 kV

Der Druckluftantrieb für Schalter hat sich bekanntlich entgegen früheren Widerständen durchgesetzt und zeigt auch noch Neuentwicklungen. Um einfachste Montage zu gewährleisten, ist ein Druckluftherzeuger gebaut worden, der alle notwendigen Teile mit dem Kessel zusammengebaut enthält¹⁸⁾. Als Druckluftleitungen haben sich übrigens auch eloxierte Aluminiumrohre gut bewährt, für die eine besondere Verschraubung geschaffen wurde. Neben dem Druckluftantrieb behauptet natürlich auch der Antrieb durch Federkraftspeicher seine Stellung, und man fand auch eine neue Bauart mit selbsttätigem Motoraufzug, deren Arbeitsvermögen für 10 bis 15 Schaltungen genügt.

Schaltanlagen.

Unter diesem Titel sollen einige Einzelheiten behandelt werden, die für den heutigen Stand der Entwicklung besonders kennzeichnend sind. Zuerst die Leuchtschaltbilder, deren Bedeutung sich auf der Messe ebenso offenbarte, wie sie in letzter Zeit in der Fachpresse ihren Niederschlag fand¹⁹⁾. Das Bestreben der Konstrukteure geht nicht nur in Richtung bester Übersichtlichkeit, sondern ebenso dahin, jede falsche Bedienung auszuschließen, bei Zuschaltung z. B. neuer Förderwege die Arbeiter rechtzeitig zu warnen u. dgl. mehr. In gleicher Richtung arbeiten die

¹³⁾ Vgl. a. ETZ 58 (1937) S. 1338.

¹⁴⁾ ETZ 59 (1938) H. 7, S. 167.

¹⁵⁾ ETZ 59 (1938) H. 7, S. 166.

¹⁶⁾ ETZ 59 (1938) H. 9, S. 236.

¹⁷⁾ ETZ 59 (1938) H. 9, S. 236.

¹⁸⁾ ETZ 59 (1938) H. 9, S. 237.

¹⁹⁾ Vgl. z. B. ETZ 59 (1938) H. 9, S. 220; H. 10, S. 269; H. 13, S. 341.

¹²⁾ Vgl. a. ETZ 59 (1938) H. 9, S. 237.

Schaltfehlerschutz-Anlagen²⁰), die eine Falschbedienung von vornherein unmöglich machen. Schutz der Bedienung ist auch beherrschender Grundsatz beim Bau von Schaltern, die beispielshalber mit ölfreien Geräten (Leistungstrennschalter, HS-Sicherung, Stromwandler) ausgerüstet und, wie vielfach üblich, mit Steckkontakten und weitgehenden Verriegelungs-Schutzmaßnahmen ausgestattet sind; so erfolgt z. B. auch allpolige Abschaltung, wenn nur eine Sicherung anspricht.

Auch über neue Sicherungsformen für Hochspannung und hohe Leistung ist hier bereits berichtet worden²¹); die Fortschritte beziehen sich auf die geeignete Auswahl und Anordnung der Schmelzraupen und auch auf den Gedanken einer Unterteilung in z. T. parallelgeschaltete Schmelzstrecken. Als interessante Einzelheit sei noch die Auslösung des Abschmelzkennzeichens einer HS-Sicherung durch Schießpulver erwähnt, das vom Schmelzdraht entzündet wird und genügend Energie liefert, um Hilfskontakte zu betätigen oder aber den Schalter unmittelbar auszulösen.

Eine besonders zweckmäßige und gedrängte Bauform einer 6 kV-Schaltanlage für Hochspannungsmotoren oder Transformatorstationen ist das sog. Ringkabelfeld. Es enthält in Gußkapselung unter Öl einen Leistungsschalter (200 A) und zwei Trennschalter (350 A), also alles (einschließlich Meßgerät), was zur Abzweigung eines Anschlusses aus einem Ringkabel erforderlich ist. Die drei Kabel werden im Schalteroberteil angeschlossen, und zwar in Luft ohne Ausguß, so daß man das Feld leicht auswechseln kann. — Auf die Schaltanlagen für Niederspannung wird am Schluß des nächsten Abschnittes eingegangen.

Schalter für Niederspannung.

Rein zahlenmäßig beherrscht der Motorschutzschalter das Feld, der in zunehmendem Maße auch für kleine Motoren gebaut wird. Kennzeichnend für die kleinsten Typen, etwa bis 6 A, ist eingebauter, leicht auswechselbarer Wärmeauslöser, Kurzschlußschutz durch Sicherung. Auf sehr gedrängtem Raum wird bei kleinen Schaltern ein hoher Grad von Vielseitigkeit bei guter Lebensdauer erreicht. Betrachten wir beispielsweise eines dieser neuen dreipoligen Kleinschütze für 380 V und 10 A, das mit seiner Isolierstoffabdeckung Ausmaße von nur rd. $100 \times 100 \times 140$ mm hat. Ein leicht auswechselbares Auslöserkästchen enthält die elektromagnetische Lichtbogenlöschung, elektromagnetische Auslösung, thermische Differentialauslösung, Dreiphasen-Überstromauslösung für schweren Anlauf. Die Schaltstücke sind auswechselbar, die Anschlußklemmen für die von unten oder oben einzuführende Leitung liegen bequem zugänglich vorn, und zwar innerhalb der Abdeckung, so daß die äußere Form des Schalters geschlossen bleibt und das Neben- und Übereinanderbauen mehrerer Schalter ungestört möglich ist. Die Auswechselbarkeit der Wärmeauslöser ist mehrfach anzutreffen; sie ist zweckmäßig bei Reparaturen und erleichtert andererseits dem Installateur die Lagerhaltung.

Auch Vorrichtungen für schweren Anlauf begegnete man mehrfach, etwa in der Form, daß die Wärmeauslöser während des Anlaufes überbrückt sind, solange der Schalterhebel oder Druckknopf festgehalten wird²²). In einer Ausführung wird der Schnellauslöser nicht ganz überbrückt, um ein Aufschalten auf Kurzschluß ungefährlich zu gestalten. Man kann bei dieser Unterteilung der Schnellauslöserwicklung auch schon verhältnismäßig geringe Überströme im Betrieb schnell abschalten, trotzdem aber einen hohen Anlaufstrom zulassen. Interessant sind auch die verschiedenartigen Lösungen für die Deckelverschlüsse der Schalter, auf der einen Seite etwa ein sinnreicher Rundfederschnellverschluß am Isolierstoffgehäuse, andererseits an einem gußgekapselten, explosionsgeschützten Schalter der Verschluß durch eine Schraube, die beim

Herausdrehen einen Trennschalter öffnet und dann erst die Verklebung des Deckels löst.

Motorschutzschalter und mehr noch die zahlreich vertretenen Walzenschalter werden vielfach an Werkzeugmaschinen angebaut. Hier bestand offenbar noch ein Zwiespalt bezüglich der Lebensdauer der Schalter, die an neuzeitlichen Werkzeugmaschinen sehr oft und hoch beansprucht werden. Man mußte also mit althergebrachten Konstruktionsgrundsätzen brechen und die Schalter den erhöhten Anforderungen anpassen. Das ist z. B. durch vergrößerte Lager aus Preßstoff und geänderte Kontaktformen mit verringertem Kontaktdruck geschehen; die Entwicklung dürfte aber noch weitere Neuerungen bringen. Während man Schaltzahlen von 5 bis 10 Millionen schon erreicht hat, muß man doch angesichts der hohen Schalthäufigkeit noch über diesen Wert hinausgehen, um Schalter zu erzielen, deren Lebensdauer der der Arbeitsmaschine angenähert ist. Hierher gehört z. B. auch eine Walzenschalterkonstruktion für Einbau, deren Kugelgriff an einer besonderen, am Maschinengestell anzuschraubenden Frontplatte befestigt ist, so daß Stöße beim Schalten vom eigentlichen Schalter ferngehalten und auf das Maschinengestell übertragen werden. Bezüglich der Einzelausführungen von Kleinschaltern sei nochmals auf das erste Messeheft der ETZ verwiesen (S. 238 u. f.), wo auch größere Schalter und Schütze behandelt wurden²³), die hier nur erwähnt seien.

Auf dem Gebiet der gekapselten Verteilungsanlagen hat die Isolierstoffkapselung weiter an Boden gewonnen, sie betritt das Gebiet der größeren Leistungen, wenn gleich sich bei den größeren Abmessungen gewisse herstellungstechnische Schwierigkeiten in den Weg stellen. Eine befriedigende Lösung bietet beispielsweise das Baukastensystem zum Zusammenbau der einzelnen Kästen²⁴). Man baut außerdem Verteilungsanlagen, in denen guß- und isolierstoffgekapselte Geräte nebeneinander vorkommen, und legt auch die Größen der verschiedenartigen Kästen so fest, daß diese „Formatnormung“ ein beliebiger Zusammenbau möglich ist. Für die Verwendung an Bord von Schiffen wurden auch gekapselte Verteilungen in Leichtmetall gezeigt.

Leitungen, Isolatoren.

Hochspannungskabel in den bekannten verschiedenen Ausführungsformen als Ölkabel und Druckkabel waren in Musterstücken mehrfach ausgestellt²⁵). Um Blei zu sparen, wurde ein Kabel mit dünnem Bleimantel und Sonderbewehrung entwickelt²⁶). Das Porzellankabel²⁶) fand ebenfalls großes Interesse, zumal es sich bislang gut bewährt hat, so daß weitere Strecken in Norddeutschland verlegt worden sind. Über den Austausch des Bleimantels durch andere Stoffe sind die Versuche noch nicht abgeschlossen. Eine Firma zeigte Ein- und Mehrleiterkabel, bei denen der Leiter aus Aluminium, die Isolation aus Magnesiumoxyd und der Mantel aus einem nahtlos gezogenen Aluminiumrohr besteht. Die Konstruktion dieses Kabels entspricht dem Aufbau des im Ausland bereits eingeführten Pyrotenaxkabels²⁷); die Weiterentwicklung auf Aluminium ist neu. Die Verbindler für Aluminiumleiter sind im Messeheft bereits behandelt worden²⁸). Gemeinsam ist den verschiedenen Konstruktionen eine Federung zur Erhaltung des Kontaktdruckes und die Verwendung von Cupal, soweit es sich um den Übergang Leichtmetall-Kupfer handelt.

Besondere Erwähnung verdient infolge seiner interessanten Konstruktion das Hochfrequenz-Fadenkabel. Der Leiter wird lediglich durch Seidenfäden gehalten (Abb. 6); diese Aufhängung ist so stabil, daß beim Verkrümmen oder Aufrollen des Kabels die Mittellage des Leiters sich

²⁰) ETZ 59 (1938) H. 1, S. 13.

²¹) ETZ 59 (1938) H. 9, S. 222; H. 10, S. 264.

²²) ETZ 59 (1938) H. 9, S. 240.

²³) Vgl. ETZ 59 (1938) H. 9, S. 229; ferner auch H. 13, S. 340.

²⁴) ETZ 59 (1938) H. 9, S. 237.

²⁵) Vgl. ETZ 59 (1938) H. 9, S. 233.

²⁶) ETZ 59 (1938) H. 3, S. 72.

²⁷) ETZ 58 (1937) S. 408.

²⁸) ETZ 59 (1938) H. 9, S. 235.

nicht ändert. Der Seidenfaden ist in einem äußeren Traggebilde gehalten, das z. B. aus zwei Bandwendeln besteht, die maschenartige Lücken bilden. Um diese Tragwendeln ist ein Schutzmantel aus Kunststoff aufgebracht. Dieses Kabel ist, selbst für Kurzwellenbetrieb, als Schalt- und Antennenkabel geeignet. Es wird mit einem keramischen Endverschluß angeschlossen.

Bei den isolierten Drähten fanden sich an Stelle von Gummi mehrfach Umhüllungen aus Kunststoffen, so etwa aus Zellosederivaten oder für feuchte Räume aus Acorrit. Schwachstromdrähte sind beispielsweise mit Mipolam umpreßt und bleiben ohne Beflechtung. Das schon erwähnte Cupal wird auch in Drahtform mit Kupfermantel hergestellt. Die Drähte lassen sich ohne weiteres verlöten, benötigen keine besonderen Klemmen und erscheinen im besonderen auch für die Hochfrequenztechnik geeignet, für die infolge des Hauteffektes ihr Widerstand dem eines gleichstarken Kupferdrahtes entspricht.

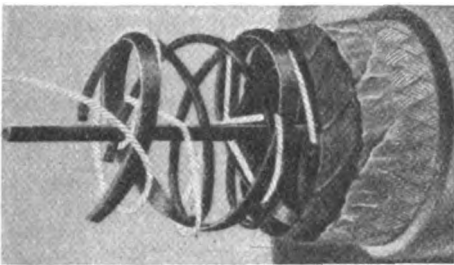


Abb. 6. Hochfrequenz-Fadenkabel.

Auf dem Gebiete der Isolatoren ist besonders die Entwicklung keramischer Sondermassen weitergegangen²⁹⁾. Über einige neue Leitungsisolatoren wurde im ersten Messeheft berichtet³⁰⁾. Der dort auch schon beschriebene Langtabisolator wurde von verschiedenen Firmen gezeigt, und zwar für 100 kV. Als Neuheit zeigte eine Firma noch einen Sattelisolator aus Steatit, der für die Paradenabspannung von Funkmasten bestimmt ist.

Gleichrichter.

Die Gleichrichterentwicklung geht zur Zeit ruhige Bahnen. Großgleichrichter waren im Original auf der Messe nicht vertreten, jedoch in bildlichen Darstellungen. Ihre Leistungsgrenze ist auf etwa 7000 A hinauf verschoben worden; sie werden in dieser Größe z. B. für die Schmelzflußelektrolyse eingesetzt, und zwar mit Gittersteuerung, um die durch Veränderungen im Elektrolyten auftretenden Stromschwankungen sofort ausregeln zu können. Der ruhenden Steuerung wird heute offenbar der Vorzug gegeben. Bei den erwähnten Großanlagen findet sich die Gittersteuerung auch vereinigt mit einer Lastschalterregelung des Transformators.

Seit einigen Jahren laufen Versuche, die bisher bestehende Lücke des Strombereiches zwischen Glas- und Eisengleichrichter zu schließen³¹⁾. Die diesjährige Messe zeigte einen Eisengleichrichter für 500 A, 600 V, der ohne Pumpe arbeitet und mit Luftkühlung auskommt, ferner eine 800 A-Type mit Pumpe, Wasserkühlung und Luftkühlung. Beide Gleichrichter werden mit und ohne Steuerung ausgeführt. Mit diesen Gleichrichtern kann man also das Parallelschalten von Glasgleichrichtern künftig vermeiden und erhält außerdem an Stelle der doch immerhin empfindlichen Glasgefäße eine dauerhafte Bauart.

Die Glühkathoden-Gleichrichter wurden in den bekannten und bewährten Formen ausgestellt. Ein neuer Glimmgleichrichter mit Aufheizkathode wurde hier schon

beschrieben³²⁾. Auffallend war der Fortschritt, den die Trockengleichrichter in bezug auf Leistungserhöhung und Ausweitung ihres Verwendungsbereiches errungen haben, und zwar gilt das sowohl für Kupferoxydul- als auch für Selenplatten-Gleichrichter. Selbstverständlich verlangt die Zusammenstellung der Platten zu Sätzen höherer Leistung auch eine intensive Fremdbelüftung, die über den ganzen Raum sehr gleichmäßig wirksam sein muß. Für elektrolitische Anlagen sind Trockengleichrichter schon bis zu 30 000 A je Bad bei 6 bis 8 V hergestellt worden. Aber auch bei höheren Spannungen, bis zu 9000 V, hat sich der Trockengleichrichter behaupten können, und zwar für Funksender³³⁾. Diese Erweiterung seines Anwendungsbereiches verdankt der Trockengleichrichter wohl in erster Linie seiner Wartungslosigkeit und seinen geringen Raumansprüchen. Er ist es auch, der sich vielfach in den vollständigen Ladegeräten³⁴⁾ findet, die meist zum Laden von Elektrokarten-Batterien und Autobatterien dienen, aber auch als Notlichtgerät ausgeführt werden³⁴⁾.

Elektrowärmetechnik.

Wir beginnen mit den Industrieöfen, die sich allerdings in größerer Zahl in Halle 21 fanden und deshalb im folgenden Aufsatz ausführlicher behandelt werden. An Neuheiten fiel ein Durchstoßofen mit Schutzgasatmosphäre auf, der zum Löten von Kupferteilen bei 1150 ° bestimmt und durch Kanthalbänder beheizt ist. Um große Gasverluste auszuschließen, sind Schleusen am Ein- und Austritt des Ofens vorgesehen, und zwar beide nach der gleichen Seite senkrecht zur Achse der Ofenkammer; vor die Auslaufschleuse ist noch eine Kühlkammer gesetzt. Das Glühgut muß also zweimal mit Hilfe von Drehschiebern seine Richtung ändern; Schleusen und Beförderer laufen jedoch selbsttätig ab. Zur Steuerung ist ein Steuerpult vor dem Ofen aufgestellt. Die Schutzgasdurchspülung wird durch Kontrollampen überwacht. Der Ofen hat 45 kW Anschlußwert und einen Durchsatz von 70 bis 100 kg/h, wobei alle 8 bis 10 min geschleust wird.

An anderer Stelle fand sich ein neuer Schüttelrohr-ofen zum Blankglühen von Kleinteilen, z. B. Nähnadeln oder Schreibfedern; derartige Öfen für Kleinteile sind eine der neuesten Anwendungen der Elektrowärmetechnik³⁵⁾. Auch dieser Ofen arbeitet naturgemäß mit Schutzgas, kann aber infolge des viel kleineren Eintrittsquerschnittes auf besondere Schleusen verzichten. Beim Austritt fallen die Teile gleich in das Härtebad. — Neben diesen Sonderausführungen sah man selbstverständlich noch die bekannten Bauarten, etwa der viel verwendeten Kammeröfen, die meist mit metallischen Heizleitern, für höchste Temperaturen auch mit Silicistäben ausgerüstet sind.

Die Elektrokochherde passen sich ebenso wie andere Wärmegeräte in der hier schon erörterten Weise³⁶⁾ den heutigen Werkstoffanforderungen an. Im allgemeinen haben sich Standardtypen herausgebildet, mit Leitungs- oder Strahlungskochplatten nach Wunsch. Die Strahlungskochplatte dürfte u. a. für solche Siedlungen geeignet sein, deren Bewohner häufiger wechseln und gewöhnliches Geschirr gebrauchen wollen. Die weitgehende Einheitlichkeit der Ausführungen für Haushalt- und auch Großküchen zeigt, daß die technische Entwicklung einen gewissen Abschluß erreicht hat. Ähnliches gilt für Warmwasserbereiter, wenn auch hier z. Z. eifrig am Werkstoffaustausch gearbeitet wird³⁷⁾. Man ist besonders bemüht, Elektrospeicher für die Fabrik- und Bürobetriebe zur Verfügung zu stellen, um die Arbeiter mit kochendem Wasser für Getränke u. dgl. versehen zu können. Auch Kleinspeicher, z. B. für Waschbecken³⁸⁾, rasch wirkende Händetrockner mit Heißluftstrom von oben und unten tun gute Dienste in Betrieben mit größerer Gefolgschaft.

²⁹⁾ ETZ 59 (1938) H. 10, S. 240.

³⁰⁾ Vgl. ETZ 59 (1938) H. 9, S. 241.

³¹⁾ Wie Fußnote 33.

³²⁾ Vgl. a. ETZ 59 (1938) H. 9, S. 243.

³³⁾ ETZ 59 (1938) H. 10, S. 258.

³⁴⁾ ETZ 59 (1938) H. 10, S. 245.

³⁵⁾ Vgl. a. ETZ 59 (1938) H. 9, S. 245.

²⁹⁾ ETZ 59 (1938) H. 10, S. 277.

³⁰⁾ ETZ 59 (1938) H. 9, S. 234.

³¹⁾ Vgl. z. B. ETZ 59 (1938) H. 4, S. 97.

Neuheiten fanden sich auch unter den zahllosen Wärmegeräten für den Haushalt, ganz abgesehen von der Verwendung neuer Werkstoffe (es gibt Bügeleisen und Kocher aus Aluminium, an Stelle der Vernickelung finden sich andere, sehr gut wirkende Schutzüberzüge, u. dgl. mehr). Ein Tauchsieder ist so an einem mit Schalter ausgerüsteten Fuß befestigt, daß er frei in dem zu beheizenden Gefäß steht. Beim Hochheben löst ein Bodenkontakt den Schalter aus, um Trockengehen zu verhüten. Leimkocher gibt es mit Spencer-Regler, der die Temperatur auf 60° hält und dadurch unnötigen Stromverbrauch und Verkochen des Wasserbades vermeidet. Um eine gleichmäßige Wärmeverteilung zu erreichen, füllt eine Firma ihre Heizkissen mit Aluminiumwolle. Einfach und sicher wirkt eine Feder an Bügeleisen für zwei Spannungen, die den 110 V-Kontakt nur freigibt, wenn sie beiseitegebogen wird. Man kann also nicht gedankenlos das Eisen an die höhere Spannung anschließen. Ähnliche kleine, aber zweckmäßige Neuerungen ließen sich noch in großer Zahl anführen³⁹⁾.

Auch die Raumheizung marschiert. Man sah u. a. Kachelöfen mit elektrischer Heizung⁴⁰⁾ und auch eine Vollraumheizung als Zentralheizung mit Durchlauferhitzer und Warmwasserspeicher. Letzterer übernimmt die Heizung am Tage, während vom Werk kein verbilligter Heizstrom geliefert wird. Die Anlage arbeitet vollselbsttätig; eine Reserveheizwicklung des Durchlauferhitzers wird von einem im Freien angebrachten Thermometer abhängig von der Außentemperatur nur bei Kälte eingeschaltet⁴¹⁾.

Auf die Elektroschweißung wird des Zusammenhanges wegen erst im nachfolgenden Bericht, S. 419, eingegangen.

Installations- und Beleuchtungstechnik.

Das Installationsgebiet zeigt eine solche Vielzahl der Einzelteile, daß sich nur ganz summarisch berichten läßt. Wie sich die deutschen Firmen auf das Werkstoffproblem eingestellt und ihm förderliche neue Eigenschaften abgewonnen haben, zeigte u. a. der Vortrag P o l e n z⁴²⁾ am 8. März, dem nichts mehr hinzuzufügen ist. Der VDE bewies auf seinem Stande (Abb. 1) die Wichtigkeit sachgemäßer Arbeit des Herstellers und Installateurs am Beispiel der Nachttischlampe. Gerade an diesem Gerät finden sich immer noch unzählige Verstöße gegen selbstverständliche Vorschriften. Aber auch hier sah man andererseits gute Ausführungen mit soliden Schaltern⁴³⁾, richtigen Einführungen und Gelenken. Die Installationsschalter und -steckdosen haben einen erfreulich hohen Stand der Haltbarkeit und Sicherheit erreicht. Besonders widerstandsfähig sind die aus dem neuen Preßstoff Type Z₂ hergestellten Schalter und Steckdosen. Die Umstellung auf Aluminiumleitungen ist im Gange und hat bereits eine Reihe von Neukonstruktionen gezeitigt⁴³⁾. Besonderem Interesse begegneten die vornehmlich für Flugzeuge gebauten erstaunlich kleinen und leichten Einbau-Installationsteile für große Ströme bei Niederspannung. Als Beispiele seien herausgegriffen: ein Kippschalter, vierpolig für 30 A, 40 V, Gewicht rd. 40 g, 41×17×33 mm groß ohne den Griff, und ein bis 20 A belastbarer Vielfachstecker, rund, mit 14 Kontakten, 40 mm Dmr. und 68 g Gewicht.

Treppenhäuser fanden sich auch mit Unruhgang und einer für 36 h reichenden Gangreserve, synchronisiert durch einen Synchronmotor. Diese Schalter sind nicht von senkrechter Aufhängung abhängig und erschütterungsunempfindlich. Die Kleinautomaten für Verteilungstafeln sind kleiner in ihren Abmessungen geworden und erlauben bequemen Zusammenbau mit dem Zähler, den Hauptsicherungen u. dgl. Sie sind in verbesserter Bauweise auch in Form des Sockelautomaten herausgekommen.

Auf dem wichtigen Gebiet der Dachständer fand sich u. a. eine kurzschlußfeste Ausführung für Aluminium-

leitung, die keinerlei brennbare Teile enthält und gut gegen Feuchtigkeit abgedichtet ist. Die Innenleitung wird blank durch ein Porzellankabelrohr geführt, das an beiden Enden mit Stahlpanzerrohrstücken für die Verschraubung ausgestattet ist. Unten am Dachständer wird der Sicherungskasten angesetzt.

Auch neuartige Verteilungssysteme wurden auf der Messe behandelt, so etwa die Vorteile des Maschennetzes für große Gebäude gegenüber dem bisher üblichen Strahlennetz⁴⁴⁾. Als Sicherung dient hier ein Fernschalter mit Bimetallauslöser, der von einer zentralen Stelle aus ferngesteuert werden kann, und zwar mit Starkstrom. Dadurch ergeben sich vorteilhafte Möglichkeiten für den Einbruch- und Luftschutz. Das außerdem vorgeführte System der mit Schwachstrom gesteuerten Umkehrfernschalter, das sich vorerst wohl hauptsächlich für Vortragsäle und größere Privatanlagen einführen wird, ist hier ebenfalls schon beschrieben worden⁴⁵⁾.

Daß auch in der Beleuchtungstechnik die Werkstofflage weitgehend berücksichtigt wird, erscheint selbstverständlich. Eine Firma ersetzt an Pendelleuchten die metallenen Baldachine und Schnurkugeln durch solche aus halbdurchsichtigem, dunkelgefärbtem Glas und erzielt damit ein recht geschmackvolles Aussehen. Für Innenraumleuchten gibt es auch ein Baukastensystem, das vor allem dem lagerhaltenden Installateur und Großhändler willkommen sein wird. Es ermöglicht vielseitigen Aufbau von direkten und indirekten Leuchten, die somit auch nachträglich leicht einem neuen Verwendungszweck angepaßt werden können. Lichttechnisch gut sind u. a. die Spiegel-leuchten, die durch optisch berechnete Glasspiegel höchste Lichtausbeute sichern, sowohl für Innen- als auch für Außenbeleuchtung und Anstrahlung. Für Mischlicht besteht, wie die zahlreichen Ausführungen beweisen⁴⁶⁾, zunehmendes Interesse. Um eine vollständige Durchmischung nach jeder Raumrichtung zu erzielen, ist bei einer Straßenleuchte zwischen Glühbirne und Quecksilberlampe ein Gitterspiegel gesetzt.

Für die Arbeitsplatzbeleuchtung⁴⁷⁾ fanden sich die nun schon bekannten Ausführungen. Auch hier begegnete man einem Baukastensystem, das außerdem ein besonders zweckmäßiges Gelenk in Form eines eingesetzten Metallschlauchstückes enthält. Zur Schonung der Glühlampen werden mitunter besondere Abfederungen vorgesehen; Handleuchten werden z. T. durch Köpfe und Handgriffe aus Gummi sicherer und stoßunempfindlicher ausgeführt; sie finden sich auch mit parabolischem Reflektor und seitlichem Griff, so daß der Arbeitende vor Blendung geschützt ist.

Für die Reklamebeleuchtung ist in den Leuchtstoff-Edelgasröhren eine wertvolle Neuerung geschaffen worden. Diese Röhren geben neue, schöne Farben und erheblich größere Helligkeit bei bis zum Vierzigfachen verbesserter Lichtausbeute. Auch neue Leuchtbuchstaben mit doppeltgeführten Röhren auf einer durchlaufenden Grundleiste waren ausgestellt. Eine neue Leuchtstoff-Quecksilberdampf-Hochdrucklampe ist besonders für die Beleuchtung von Straßen und Industrieräumen gedacht; sie bringt eine Farbverbesserung des reinen Quecksilberdampflichtes.

Fernmeldetechnik.

Aus dem Fernsprechegebiet zeigte die Messe Apparate, Nebenstellenzentralen, schnurlose Zentralen, Haustelephone, Türlautsprecher, Konferenzlautsprecher u. dgl. in den bekannten und bewährten Ausführungen⁴⁸⁾. Im besonderen wurde gezeigt, wie sich eine normale Fernsprechanlage im Augenblick in eine Luftschutz-Alarm- und Befehlsanlage umschalten läßt. Das Funkwesen war nicht nur mit Rundfunkempfängern vertreten, unter denen

³⁹⁾ Vgl. a. ETZ 59 (1938) H. 9, S. 243.

⁴⁰⁾ ETZ 59 (1938) H. 9, S. 243.

⁴¹⁾ Eine weitere Raumheizung wird im folgenden Aufsatz erwähnt.

⁴²⁾ ETZ 59 (1938) H. 10, S. 249.

⁴³⁾ Vgl. ETZ 59 (1938) H. 10, S. 267.

⁴⁴⁾ ETZ 59 (1938) H. 1, S. 20.

⁴⁵⁾ ETZ 59 (1938) H. 10, S. 261.

⁴⁶⁾ Vgl. a. ETZ 59 (1938) H. 10, S. 272.

⁴⁷⁾ Vgl. a. ETZ 59 (1938) H. 10, S. 273.

⁴⁸⁾ S. a. ETZ 59 (1938) H. 9, S. 246.

neue Koffer- und Autoempfänger auffielen, sondern ebenso mit Ausrüstungsteilen für Sender, mit Verstärkeranlagen, Entstörungsmitteln und Einzelteilen. Im Antennenbau haben die Stabantennen die Führung übernommen⁴⁹⁾. Um die Verluste gering zu halten, wird z. B. ein besonderer Einbau des Blitzschutzes vorgesehen und der Endverschluß mit Calit isoliert. Eine ähnlich bedeutende Rolle spielen die Gemeinschaftsantennen.

Stark vertreten waren Signalanlagen, im besonderen Lichttrufanlagen, die z. T. auf ganz besondere Zwecke zugeschnitten sind, z. B. für Krankenhäuser (Arztruf), Hotels oder als Signalanlage für Rundfunksender. Die Anlagen arbeiten mit Kleinspannung, z. B. 24 V. Die Arzt-Meldeanlage für Krankenhäuser besteht aus einer Suchzentrale mit Leuchtzahlenfeldern entsprechend der Zimmerzahl und so viel Abfrageschaltern, wie Ärzte vorhanden sind. In den Zimmern befinden sich Meldetaster mit so viel Druckknöpfen, wie Ärzte für den betr. Raum in Frage kommen, praktisch bis zu vier Knöpfe. Betritt der Arzt das Zimmer, so drückt er zuerst seinen Knopf, die Meldung wird in der Zentrale gespeichert und wieder gelöscht, wenn der Arzt aus einem anderen Zimmer sich meldet. Ebenfalls für Krankenhäuser sind die Wunschrufanlagen für die Patienten. Auf dem Wunschwähler sind die praktisch vorkommenden Wünsche bildlich gekennzeichnet.

Eine fahrzeuggesteuerte Verkehrssignalanlage, die als betriebsfähiges Modell aufgebaut war, lockte viele Besucher an. Die Anlage enthält pneumatische Signalschwellen, die einen Druckstoß auf den Schalter geben, und arbeitet bei schwachem Verkehr nur als Sicherungsanlage, die dem ankommenden Fahrzeug freie Durchfahrt gibt und die Querstraße kurzzeitig sperrt. Bei starkem Verkehr werden die Straßen abhängig von der Verkehrsdichte abwechselnd freigegeben und gesperrt, und erst bei stärkstem Verkehr arbeitet die Anlage mit festen Zeiten.

Meßtechnik.

Bei den Meßinstrumenten sind die Schalttafelgeräte im allgemeinen unverändert in der für Deutschland besonders kennzeichnenden guten Form und soliden Ausführung geblieben. Der allgemeine Aufschwung unserer Wirtschaft und die zunehmende Durchsetzung aller Fertigungsarbeiten mit genauen Messungen hat zu einem verstärkten Bedarf an Betriebsmeßgeräten geführt, die robust genug für den Werkstattbetrieb sind, ohne deswegen an Meßgenauigkeit einzubüßen. Diesem Bedarf kam die Industrie durch Schaffung geeigneter Instrumente entgegen, neben denen die in den letzten Jahren überall entwickelten kleinen Vielfachinstrumente ihren Platz durchaus behaupten. Für Registrierungen steht z. B. auch ein neuer tragbarer Universalschreiber für Gleich- und Wechselstrom zur Verfügung. Die Kleinmeßgeräte für Fahrzeuge und Flugzeuge sind mit besonders übersichtlichen Kreisskalen ausgerüstet. An neuentwickelten Geräten sah man außer den in der ETZ bereits beschriebenen⁵⁰⁾ und den eben erwähnten Betriebsgeräten noch vorwiegend Isolationsmesser und Zeit- bzw. Drehzahlzähler, ferner einen handlichen Drehfeldrichtungszeiger⁵¹⁾. So prüft ein Isolationsmesser in Wechselstromanlagen die Isolation unter voller Betriebsspannung mit einer überlagerten Gleichspannung⁵²⁾; für die Drehzahl-Fernmessung⁵³⁾ verbunden mit Temperaturmessung ist eine besondere Einrichtung für Schnelltriebwagen geschaffen worden (Magnetinduktor als Geber). Ein lichtelektrischer Drehzahlmesser arbeitet mit einem auf die Welle gesetzten Spiegel, der auf eine Photozelle Lichtimpulse gibt, die verstärkt werden und als Mittelwert des Anodenstromes an einem Drehspulgerät die Drehzahl ablesen lassen; ein

Schreibanschluß ist vorgesehen. Ein anderes Drehzahlmeßgerät, ein Oszilloskop, enthält einen Pendelanker, der eine Blende öffnet und schließt mit Öffnungszeiten bis herab zu $\frac{1}{10000}$ s. Die Drehzahl läßt sich mit diesem Gerät bis zu 0,5 % genau ablesen. Für den elektromagnetischen Antrieb des Pendels sorgen zwei eingebaute Stabbatterien. Weiter seien erwähnt ein Gerät zur Messung von Zeitintervallen, das mit mehreren Stoppuhren und schnell ansprechenden Stopp-Kolbenmagneten arbeitet, und ein mit ständig laufendem Synchronmotor ausgerüsteter Sekundenmesser, mit dem sich Sekundenbruchteile mit einer Genauigkeit von ± 20 ms feststellen lassen.

Bei den Zeitmessern verdienen auch noch neue Uhren genannt zu werden. So war eine hübsche elektrische Weckuhr mit schaltbarer Zifferblattbeleuchtung ausgestellt und eine neue Synchronuhr mit Gangreserve und zwangsläufiger Steuerung des Gangreglers über ein in die Unruhe eingelassenes Eisenplättchen, das in jeder zehnten Wechselstromperiode beeinflusst wird. Bei einer anderen Uhr wird die Unruhe rein mechanisch, aber ohne direkten Eingriff durch einen Synchronmotor synchronisiert. Der Motor versetzt einen Hebel in Schwingungen, und auf dem Hebel ist die Unruhe befestigt, die nun mit der Frequenz des Hebels synchron schwingen muß.

Bezüglich der Zähler sei hier nur auf die Messehefte verwiesen und kurz ein Zähler mit Kontakteinrichtung und Maximumzeiger erwähnt, die zusammen beglaubigungsfähig sind, zur Feststellung von Belastungsspitzen. An Sondermeßgeräten fiel neben dem Feldstärkemesser⁵⁴⁾ ein Ferrometer auf zur Messung der magnetischen Werte an kleinen Ring- und Streifenproben. Das Gerät wird ans Netz angeschlossen und arbeitet mit einem Koordinaten-Lichtschreiber, der zwei Größen in Abhängigkeit voneinander aufzeichnet. So kann z. B. die Hysteresisschleife innerhalb 30 s aufgezeichnet werden. Ein neuer Holzfeuchtigkeitsmesser wird in der Bautechnik und Tischlerei begrüßt werden. Er beruht auf einer mittelbaren Widerstandsmessung, indem ein Kondensator über den Holzwiderstand aufgeladen wird. Als Elektroden dienen Klemm-Oberflächenelektroden oder einschlagbare Messerelektroden.

Verschiedenes.

Zum Schluß kehren wir noch einmal zur Werkstofffrage zurück, deren Bedeutung in dem vorangegangenen Bericht wieder und wieder merkbar wurde. Greifen wir z. B. noch die Akkumulatoren heraus, so finden wir, daß durch Normung eine Vereinfachung und Beschränkung der Typenzahl stattgefunden hat, die ebenfalls unter dem Gesichtspunkt der Werkstoffersparnis stand. In den Einheitsbatterien werden Glaswollscheider und Brettchen aus deutschem Holz verwandt (früher Auslandshölzer), Hartgummigefäße versucht man durch solche aus Glas zu ersetzen. An Stelle von Hartgummischeidern sind Kunststoffscheider getreten. Die Gefäße und Deckel von Kleinakkumulatoren stellt man künftig weitgehend aus deutschem Kunststoff statt aus Gummi her, und zwar ist das Mipolam ein geeigneter Werkstoff.

Die bekannte Anwendung von Kunststoffen für Gleitlager beginnt auch in der Elektrotechnik eine Rolle zu spielen. Einen besonderen Vorteil haben diese Lager durch ihre Unempfindlichkeit gegen Sand und Staub, sie empfehlen sich daher zumal für die Landwirtschaft und staubige Betriebe. Im Haus der Elektrotechnik konnte man sich auch davon überzeugen, daß Kunststoff (Durax) für Stevenrohrlager großer Schiffe sich vorzüglich bewährt hat, ebenso in den Lagern von Kleinlokomotiven.

Neue Verfahren fanden sich auch auf dem Gebiete des Oberflächenschutzes, und zwar nicht nur für neue Werkstoffe, z. B. Leichtmetalle, sondern ebenso für Eisen und Stahl. Ein Rostschutzverfahren sei genannt, das eine beständige schwarze, auf polierten Teilen hochglänzende

⁴⁹⁾ S. a. ETZ 59 (1938) H. 9, S. 246.

⁵⁰⁾ ETZ 59 (1938) H. 9, S. 217 u. 246; H. 10, S. 272/76.

⁵¹⁾ ETZ 59 (1938) H. 13, S. 337.

⁵²⁾ Vgl. ETZ 58 (1937) S. 652.

⁵³⁾ S. a. ETZ 59 (1938) H. 10, S. 274.

⁵⁴⁾ ETZ 59 (1938) H. 10, S. 274.

Oberfläche liefert, ebenso wurden Verfahren gezeigt, um metallische Schutzschichten sofort mit Hochglanz galvanisch niederzuschlagen⁵⁵⁾.

Diese Messe, die unter dem Gesichtspunkt des Werkstoffes stand, erlaubt uns also einen zuversichtlichen Ausblick in die Zukunft. Gewiß sind hier und da Schwierig-

keiten aufgetreten, mitunter aber nur, weil man unter den vielen neuen Möglichkeiten falsch gewählt hatte; im allgemeinen aber hat die Elektroindustrie sich rasch auf die geänderten Erfordernisse einzustellen gewußt und den anfänglich empfundenen Nachteil bald in eine Reihe von Vorteilen umzuwandeln verstanden, ja, sie hat zum Teil ganz neue und erfolgreiche Wege der Gestaltung eingeschlagen.

⁵⁵⁾ Vgl. ETZ 59 (1938) H. 10, S. 278.

Die Elektrotechnik auf der Leipziger Frühjahrsmesse außerhalb des HdE.

Von G. H. Winkler VDE, Berlin.

621. 3 : 061. 4

Die Technische Messe als Ganzes hat ihr Gesicht durch die Neubauten vorteilhaft verändert, zumal diese Neubauten eine eindrucksvolle, großzügige Architektur zeigen, die schon rein äußerlich die Bedeutung der Technischen Messe im Rahmen der Gesamtmesse unterstreicht. Auch Elektrofirma begegnete man schon in den neuen Hallen. In Halle 11 ist durch Ausbau eines Seitenflügels eine geschlossene Schau der Schweißmaschinen möglich geworden; bisher mangelte es dort an Platz und Licht. Die Werkzeugmaschinen füllten nicht nur die alte Halle 9, sondern auch Halle 14, und in dem repräsentativen Neubau 20 war eine Werkstoffschau untergebracht.

In Einzelbeschreibungen sei nun nachgeholt, was der Elektrotechniker außerhalb des HdE an Neuerungen sah, die ihren Niederschlag zumeist noch nicht in den Messeheften der ETZ (H. 9 u. 10) gefunden haben.

Elektromotorische Antriebe, Elektrowerkzeuge.

Als allgemeine Kennzeichnung des derzeitigen Standes sei einleitend folgendes bemerkt: Die Zahl der auf eine Werkzeugmaschine entfallenden Motoren hat sich weiter erhöht. Zunehmend wird auf mechanische Kuppelung von Bewegungsabläufen verzichtet zugunsten des Einzelantriebes, der naturgemäß mehr Möglichkeiten und bessere Regelbarkeit bietet. Daß man ohne Riemenübertragung arbeitet, ist bereits selbstverständlich. Eine Ausnahme machen hier z. T. noch die Holzbearbeitungsmaschinen mit ihren hohen Arbeitsdrehzahlen; hier wird auch angenehm empfunden, daß der vielfach benutzte Keilriemen die Stöße der einzelnen Messer dämpft.

Unter den verschiedenen elektrischen Antriebsmitteln hat der Leonardantrieb mehr und mehr die Führung übernommen, indem er den Flüssigkeitsantrieb zurückdrängte. So findet er sich heute fast ausschließlich bei Hobelmaschinen. Infolge der kleinen Umsteuer- und Bremszeiten ermöglicht er die hohen Arbeitsgeschwindigkeiten, die von neuzeitlichen Werkzeugmaschinen gefordert werden und die auch in anderen Richtungen maßgebend für die Gestaltung des elektrischen Antriebes und der Steuerung sind. Der polumschaltbare Motor besitzt einen sicheren, hohen Anteil der Antriebstechnik, ähnlich der Kommutatormotor, dem wir oft mit Gleichstrombremsung über Trockengleichrichter begegnen, aber auch mit einer besonderen Umkehrschaltung, die z. B. als Sicherheitsvorkehrung beim Antrieb von Kalandern durch ein Gestänge über den Walzen betätigt wird (SSW), so daß die Bedienung von jeder Stelle aus den Motor unverzüglich in entgegengesetzter Richtung laufen lassen kann. Zum polumschaltbaren Motor wäre noch zu sagen, daß es solche Motoren auch mit bis vier getrennten, selbständigen Wicklungen gibt. Ein solcher Motor (K. & A. Stephan, Thurm i. Sa.) kann also mit vier Drehzahlen im Verhältnis 1:3 arbeiten. Infolge des vergrößerten Wicklungs-

raumes ist naturgemäß der Wirkungsgrad dieser Motoren niedriger. Die Leistung sinkt von 1,1 PS bei 1500, 1000 und 750 U/min auf 0,7 PS bei 500 U/min. Außer für Werkzeugmaschinen ist der Motor besonders für den Antrieb von Förderbändern gedacht.

Von den schon im vorangehenden Aufsatz erwähnten SSW-Umsteuermotoren für hohe Schaltzahlen¹⁾ konnte ein Beispiel an einer Gewindeschneidmaschine (Müller, Ludwigsburg) vorgeführt werden. Der Motor leistet 0,3 kW bei 1500 U/min und kann bis zu 7000mal in der Stunde umgeschaltet werden; sein Einbau steigerte die Leistung der Gewindeschneidmaschine um 50 %.

Betreffs der Steuerungen wäre allgemein zu sagen, daß sich zunehmend eine Erweiterung in Richtung auf selbsttätigen Ablauf der Arbeitsvorgänge findet. Als Beispiel sei die schon im Vorjahr beschriebene Reibrollen-Spindelpresse mit BBC-Antrieb genannt²⁾, die in diesem Jahre mit einer Steuerung wahlweise für Handschaltung oder selbsttätigen Arbeitsablauf gezeigt wurde. Ein umlaufender Wahlschalter steuert den richtigen Ablauf der Arbeitsvorgänge. Eine entsprechende Steuerung fand sich an der ebenfalls mit polumschaltbarem Motor ausgerüsteten größten Kunststoffpresse der Messe (Deutsche Waffen- und Munitionsfabriken AG., Karlsruhe), die mit zwei Preßgeschwindigkeiten arbeitet. Der selbsttätige Arbeitsablauf bedeutet natürlich eine wertvolle Entlastung für den Bedienungsmann, und so sind denn auch die Arbeiter und Meister, die auf der Messe die neuen Maschinen vorführen, die beredtesten und besten Werber für die durch die Elektrotechnik neugeschaffenen Hilfsmittel.

Zur Ausführung der Steuertaster sei noch bemerkt, daß man Druckknöpfe im allgemeinen nur noch bei Großmaschinen benutzt, wenn man mehrere Bedienungsstellen vorsehen muß, daß man aber bei mittleren und kleinen Maschinen lieber Einhebelsteuerungen wählt, die eine bessere Griffsicherheit geben und rascheres Schalten gestatten als eine Reihe beieinanderliegender Druckknöpfe. Dieser Gesichtspunkt raschen Arbeitens fällt bei den Großmaschinen dadurch weg, daß dort ohnehin die Arbeitsspiele viel langsamer vor sich gehen.

Wenn wir nun zu weiteren Einzelausführungen übergehen, die das eingangs Gesagte belegen sollen, so müssen wir zuerst als besonders bemerkenswerter Neuerung der verschiedenen Ausführungen elektrisch gesteuerter Kopierfräsmaschinen gedenken. Beim Kopierfräsen wird ein Holzmodell, z. B. das einer Preßform, mittels eines Fühlhebels abgetastet und der Fräser entsprechend gesteuert. Derartige Maschinen, allerdings kleineren Ausmaßes, mit mechanischer Übertragung kennt man schon länger. Neuartig ist die Einführung elektrischer Übertragung, die auch für größte Fräsmaschinen anwendbar

¹⁾ S. 410 dieses Heftes.
²⁾ ETZ 58 (1937) S. 400.

ist und beliebig große Steuerkräfte bei bester Genauigkeit der Fräserführung zur Verfügung stellt. Wir beginnen mit der SSW-Ausführung³⁾ an einem Kopierfräswerk von Collet & Engelhard, Offenbach. Der Fühlhebel steuert hierbei die drei Vorschubantriebe des Fräfers über Kontakte, die sich an der Endlagerstelle des Fühlers befinden und ihrerseits Magnetkupplungen ein- oder ausschalten (Abb. 1). Die AEG-Ausführung fand sich an einer auf der Messe allerdings nicht im Original gezeigten Maschine der Firma Curd Nube, Offenbach. Diese Steuerung arbeitet ohne Kontakte, der Fühler wirkt vielmehr auf elektrische Meßlehren⁴⁾, die über Schalterröhren und Schütze die drei Vorschubmotoren steuern. Die Ausführung von BBC schließlich wurde ebenfalls bei Collet & Engelhard vorgeführt, und zwar handelt es sich hier um eine lichtelektrische Steuerung des Fräskopfes nach einer Zeichnung. Die mit kräftigen Linien besonders hergestellte Zeichnung wird in einem Gehäuse aufgespannt und von einem Lichtstrahl abgetastet, der auf einem Kreise umläuft, dessen Durchmesser dem des Fräfers entspricht. Das reflektierte Licht wird von zwei Photozellen aufgefangen, die nun die Steuerung des Vorschubes in zwei Raumrichtungen derart bewirken, daß der kreisende Lichtstrahl die gezeichnete Linie tangiert.

Als Beispiel für Erweiterung des Leonard-Antriebes sei eine Senkrecht-Fräsmaschine von Müller & Montag, Leipzig, genannt. Während bisher nur die Frässpindel von einem SSW-Leonard-Satz getrieben wurde, hat jetzt auch der Vorschub Leonard-Antrieb, der zusammen mit einer elektrischen Getriebeverstellung in drei Stufen eine Drehzahlregelung 1:125 erlaubt. Die Drehzahlen für Fräser und Vorschub werden durch Druckknöpfe geschaltet. Die Regelung ist unter Schnittdruck möglich, man bekommt also keine Absätze am Werkstück, kann vielmehr die Einstellung ohne Stillsetzen verändern. Diese Zeitersparnis beim Einstellen der Vorschübe ist ein wesentlicher Vorteil. — Wie das im ersten Messeheft erwähnte Albo-Knorr-Anlaßverfahren⁵⁾ für Kurzschlußläufer praktisch seine Aufgabe löst, konnte am Antrieb eines Kompressors in Halle 21 beobachtet werden. Der Kompressor war unmittelbar gekuppelt mit einem 16 kW-Motor, während vor Anwendung des Albo-Knorr-Anlaßverfahrens ein Motor von 20 kW nur mit Rücksicht auf das Anlassen nötig gewesen war.

Die wohl größte Werkzeugmaschine der Messe, eine Spitzendrehbank der Fa. Waldrich, Siegen, mit 2 m Spitzenhöhe und 12 m Bettlänge war mit einem AEG-

Gleichstromantrieb ausgerüstet. Der 140 PS-Motor, 400/1000 U/min, 550 V, wurde aus einem Quecksilberdampf-Gleichrichter gespeist. Für die Druckknopfsteuerung wird eine Hilfsspannung von 24 V von einem im Schaltschrank aufgestellten Umspanner erzeugt. — Eine neuartige Anwendung der „elektrischen Weile“ zeigte eine Plandrehbank der Maschinenfabrik Ravensburg in Ravensburg. An Stelle der sonst zwischen Planscheibe und Support eingeschalteten Gelenkwelle ist die von den SSW gebaute elektrische Gleichlaufsteuerung getreten⁶⁾. Außer dem Hauptantriebsmotor ist an die Planscheibe über Zahnräder ein Gebermotor angeschlossen, der den Lauf des Vorschubmotors genau synchron mit der Umdrehung der Planscheibe steuert. Diese Schaltung arbeitet sehr genau und erlaubt, beliebig viele und beliebig versetzbare Supporte zu verwenden.

Bei vielen Werkzeugmaschinenantrieben spielt die Frage der raschen und sicheren Bremsung eine bedeutende Rolle, denn bei den neuzeitlichen, mit geringen Reibungsverlusten laufenden Maschinen kann der Auslauf erhebliche Zeit dauern, was nicht nur unwirtschaftlich, sondern auch z. B. im Gefahrfalle sehr unangenehm ist. Es gibt nun eine Reihe Bremsverfahren — abgesehen von den zusätzlichen elektromagnetischen Bremsen, die häufig schwer unterzubringen sind. Am bekanntesten sind wohl die Bremsung mit Gleichstrom (z. B. über Trockengleichrichter) und die Gegenstrombremsung.

Die an sich mit geringen Hilfsmitteln auskommende Bremsung mit Gegenstrom hat jedoch einen Nachteil, der z. B. die eingespannten Schneidwerkzeuge gefährdet: das Wiederhochlaufen des Motors im entgegengesetzten Drehsinn. Um dieser

Schwierigkeit Herr zu werden, sind schon vor einiger Zeit Konstruktionen erdacht worden, die ein Abschalten des Motors im Augenblick des Stillstandes oder kurz vorher bewirken, und weil diese Vorrichtungen sich zur Zeit Eingang in den Werkzeugmaschinenbau verschaffen, seien ihrer zwei hier kurz erwähnt. In jedem Falle wird mit der Achse des abzubremsenden Motors eine kleine, als Schalter wirkende Elektromaschine gekuppelt, die an das Lagerschild angeschraubt wird. Der sog. Trittschalter⁶⁾ der Klöckner KG., Köln-Bayenthal, kuppelt mit der Motorwelle einen kleinen Kurzschlußanker, um den sich ein vom Netz gespeister Ständer mit Einphasenwicklung gegen die Haltekraft von Federn nach links oder rechts bis zu Anschlagkontakten drehen kann. Beim Alnico-Bremswächter⁷⁾ der AEG ist in einem unmagnetischen Leichtmetallgehäuse ein Kurzschlußkäfig drehbar gelagert, in dem sich ein mit der Motorwelle verbundener Anker dreht, der

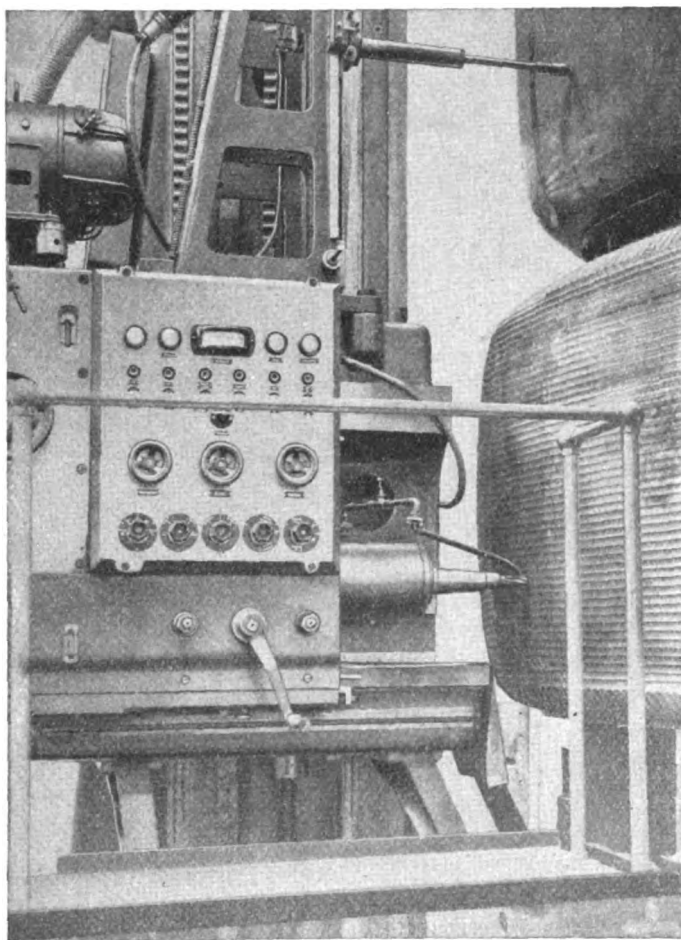


Abb. 1. Kopierfräsmaschine mit elektrischer Fühlhebelsteuerung.

³⁾ Vgl. a. ETZ 59 (1938) H. 10, S. 270.

⁴⁾ ETZ 59 (1938) H. 13, S. 343 u. 344.

⁵⁾ ETZ 59 (1938) H. 9, S. 232.

⁶⁾ ETZ 59 (1938) H. 8, S. 191/192.

⁷⁾ O. Deißler, Elektrotechn. u. Masch.-Bau 53 (1935) S. 618.

⁸⁾ AEG-Mitt. (1937) H. 12, S. 443.

aus bestem Dauermagnetstahl besteht. Bei beiden Geräten entsteht bei Betrieb des Motors ein Drehmoment auf den nichtgekuppelten, aber drehbaren Teil des Bremschalters. Dieses Drehmoment wird kleiner, wenn der Motor infolge Abbremsung in der Drehzahl heruntergeht, infolgedessen öffnen die Kontakte und betätigen das Schaltschütz im geeigneten, durch die Einstellung des Bremsschalters wählbaren Augenblick.

Als Überleitung zu den Elektrowerkzeugen sei kurz eine neue Support-Schleifmaschine der AEG mit kombiniertem Längs-Höhen-Support erwähnt, die also in senkrechter und in waagerechter Richtung verschoben werden kann, mit Leistungsabgaben von 250 bis 850 W (Abb. 2). Dabei kann auch noch daran erinnert werden, daß bei den größeren selbsttätigen Schleifmaschinen die Spindeln erst seit kurzer Zeit von eingebauten Motoren angetrieben werden (z. B. Fortuna-Werke AG., Stuttgart-Cannstatt, mit BBC-Motor). Dabei muß der Motor sehr gut ausgewuchtet sein, um die hohen Genauigkeitsforderungen für den Schliff erfüllen zu können.

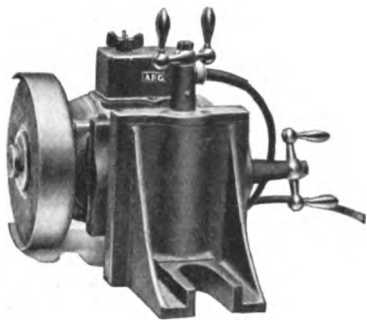


Abb. 2. Support-Schleifmaschine.

Bei den Elektrowerkzeugen hat sich die in früheren Jahren angedeutete Entwicklung fortgesetzt, und das Angebot auf der Leipziger Messe hat sich wieder erhöht: Viele Maschinen mit Universalmotor, darunter auch billige Typen entsprechend geringerer Leistung, neue Winkel- und Eckbohrmaschinen und zunehmend Maschinen mit biegsamer Welle und mit mehreren Drehzahlen. Auch die für größere Werkstätten empfehlenswerten Hochfrequenzwerkzeuge wurden in größerer Auswahl angeboten. Einige Neuheiten sollen als Beispiele angeführt werden.

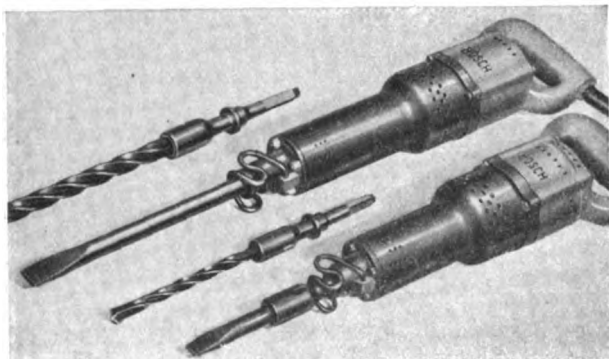


Abb. 3. Hochfrequenzhämmer.

Die SSW zeigten ein Vielfachwerkzeug mit biegsamer Welle, das einen auf ein Getriebe arbeitenden Drehstrom- oder Universalmotor von 1 PS besitzt. Auf das Getriebe kann die biegsame Welle bei verschiedenen Drehzahlen aufgesteckt werden, und zwar für vier Grunddrehzahlen zwischen 750 und 3000 U/min bzw. unter Benutzung von Zwischengetrieben von 250 bis 27 000 U/min. Das Werkzeug liefert also gleiche Drehzahlen wie Hochfrequenzwerkzeuge.

An Hochfrequenzwerkzeugen, die von der Robert Bosch AG. weitgehend durchgebildet sind, zeigte diese Firma zwei neue Elektrohämmer für Drehstrom

von 150 Hz. Die Hämmer (Abb. 3) werden namentlich zum Entgraten in Gießereien willkommen sein, sind aber ebenso brauchbare Bohrhämmer. Die größere Type bohrt bei 28 mm Dmr. in der Minute 65 mm Beton oder rd. 250 mm Backstein, die kleinere rd. 29 bzw. 95 mm. Die Bosch-Hochfrequenzwerkzeuge sind mit einer neuen Sicherheitskupplung ausgerüstet, die den weiterlaufenden Motor stoßfrei vom Getriebe trennt, wenn das Werkzeug sich festklemmt. Erwähnenswert ist noch, daß die Handmotoren neuerdings mit Elektromotorgehäuse hergestellt werden.

Eine neue Hammerausführung, und zwar einen kleinen elektro-pneumatischen Hammer, brachte auch C. & E. Fein, Stuttgart, zur Messe. Es handelt sich um eine rein pneumatische Schlagpistole mit kurzem Luftschlauch zu der auf dem Rücken getragenen Elektropumpe; Leistung 0,4 kW, für Bau- und Installationsarbeiten. Fein zeigte weiter Eckbohrgeräte mit 20°- und 90°-Winkel sowie u. a. eine Versenkervorrichtung mit Tiefenanschlag.



Abb. 4. Industriesäge und Feilmaschine, 100 W.

Dipl.-Ing. Alexander Schönwald, Berlin, führte eine schlank gebaute Hand- und Supportschleifmaschine mit Überlastungsschutz (Vorwiderstand) vor. Der eingebaute Universalmotor kann ohne Gefährdung bis zum Stillstand abgebremst werden. Die Kühlungsluftführung ist besonders sorgfältig überlegt, und zum Zweck besserer Wärmeabführung ist über die Motorwelle ein Kupferrohr geschoben. Die Maschine nimmt 110 W auf und gibt bei 18 000 U/min 60 W ab; Leerlaufdrehzahl 22 000 U/min.

Schon im Vorjahr hatte die AEG eine Schwinglaubsäge zur Messe gebracht⁸⁾, von der dieses Jahr zwei verbesserte Ausführungen gezeigt wurden: eine Kleinsäge mit 75 W Aufnahme und eine 100 W-Industriesäge und Feilmaschine. Die größere Säge (Abb. 4) hat einen geschlossenen, nach beiden Seiten ausladenden Schwingbühl, der eine genau senkrechte Führung des Sägeblattes sichert; die Ausladung läßt 800 mm breite Werkstücke passieren. Größte Schnittstärke für Weichholz 42 mm, für Aluminium 3 mm; zum Rund-, Parallel- und Gehrenschneiden sind Zusatzgeräte vorhanden.

Elektrowärmetechnik.

Beginnen wir zuerst mit den Öfen und sonstigen industriellen Wärmergeräten, um anschließend die Elektroschweißung zu behandeln. In Ergänzung des vorangehenden Aufsatzes sind noch einige neue Ofentypen zu beschreiben.

In Gemeinschaftsarbeit haben die SSW und die Durrferit G. m. b. H. einen innenbeheizten Elektroden-

⁸⁾ ETZ 58 (1937) S. 230.

salzbad-Wannenofen mit Metallwanne entwickelt, der zum Zementieren und Härten bei Temperaturen bis 1050° geeignet ist. Die Stahlwanne ist billig und dauerhaft, zudem rasch auswechselbar. Die drei Hauptelektroden tauchen an der einen Seite in das Bad; eine senkrecht zur Stromrichtung einsetzende Badbewegung sichert die gleichmäßige Durchwärmung. Vor den Hauptelektroden sind Hilfelektroden in die Schmelze eingetaucht, die das Anschmelzen bei Inbetriebnahme durch Widerstandsheizung bewirken; die Hilfelektroden werden herausgehoben, sobald das Salz geschmolzen ist. Dank der Innenheizung ist die Wanne weitgehend vor Verzungung geschützt; ihr Nutzraum ist dank der Anordnung der Elektroden groß. Der Ofen wird für 60 bis 500 l Inhalt hergestellt und bedarf, da er mit Niederspannung arbeitet, eines Transformators; Anschluß zwei- oder dreiphasig. — Als Beispiel eines Schachtofens sei ein Luftumwälzofen von Max Uhlendorff, Berlin, genannt mit freistrahenden, im Luftstrom liegenden Heizelementen. Das Glühgut, vornehmlich längliche Teile, wird in zylindrischen Beschickungskörben eingesetzt. An einem ähnlichen Ofen zeigte G. Siebert G. m. b. H., Hanau, eine neue, erleichterte Deckelbetätigung von Hand mittels Spindel, die den schweren Deckel leicht heb- und schwenkbar macht.

Ein Drehherdofen von Max Uhlendorff, vollselbsttätig, mit Luftumwälzung für das Vergüten von Leichtmetallteilen, für Preß- und Schmiedezwecke, verarbeitet bis zu 250 kg Leichtmetall stündlich bei Temperaturen bis 550° . Der Drehherd hat 2800 mm Dmr. Da Beschicken und Entleeren selbsttätig vor sich gehen, kann der Ofen als Einmannofen bezeichnet werden. Ein Fliehkraftlüfter, die Luftführung und die Heizung sind in dem abhebbaren Deckel untergebracht.

Induktionsöfen, die mit Abstichleistungen bis 2000 kg gebaut worden sind, waren auf der Messe nicht im Original, wohl aber in Abbildungen usw. durch die Russ-Elektroöfen KG., Köln, vertreten. Die schnelle und auf das Schmelzgut beschränkt bleibende Temperatur-

änderungsmöglichkeit und die Badbewegung ermöglichen es, im Induktionsofen selbst hochschmelzende Metalle ohne Vorlegierung und besondere Überhitzung zuzulegiere. Eine nachteilig starke Badwirbelung, die die schützende Oxydhaut zerreißt, konnte durch konstruktive Maßnahmen und richtige Belastungsbegrenzung vermieden werden. Für die Leichtmetallgießerei bedeuten die sehr geringen Abbrandverluste neben der an sich guten Wirtschaftlichkeit einen ausschlaggebenden Vorteil. — Für kleinere

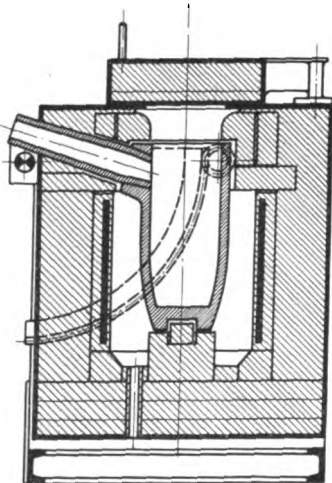


Abb. 5. Kippbarer Tiegelofen für Leichtmetall.

Schmelzmengen und wechselnde Betriebsverhältnisse ist der widerstandbeheizte Tiegelofen ein für Leichtmetalle gut geeigneter Ofen, und zwar zweckmäßig mit Graphittiegel. Abb. 5 zeigt einen neuen, kippbaren Russ-Tiegelofen mit Graphittiegel und von außen auswechselbaren Heizwiderständen. Der Tiegel ist im Ofen durch Formsteine gehalten; die gezeigte Type ist für 50 kg Aluminium bestimmt, hat 25 kW Anschlußwert und liefert etwa 25 kg Al/h bei einem mittleren Stromverbrauch von 700 kWh/t.

Verschiedene Vorfälle in den letzten Jahren haben dazu geführt, den elektrisch geheizten, in der Industrie

viel gebrauchten Trockenschrank besondere Sorgfalt zu widmen. Als Ergebnis dieser Arbeiten zeigte die Messe Trockenschränke mit einem Explosionsschutz, der die zu träge wirkenden Explosionsklappen durch sehr leicht zerstörbare, aber doch gut wärmeisolierende Verschlüsse ersetzt. Ein Schrank von G. Siebert G. m. b. H., Hanau, weist zwei mit Aluminiumfolie bespannte Sicherheitsauslässe auf, die hinter der Folie noch durch einen leicht herausdrückbaren Asbestpfropfen verschlossen sind. Ein neuer Lacktrockenschrank von W. C. Heraeus, Hanau,

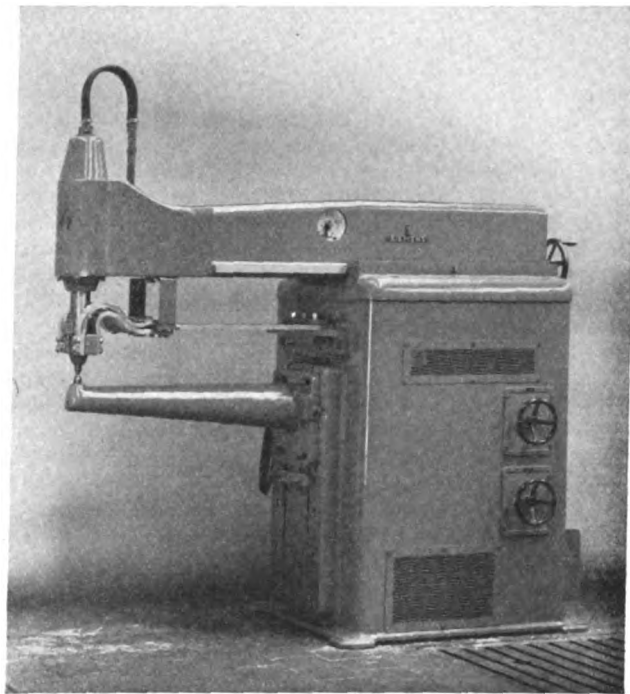


Abb. 6. Selbsttätige Punktschweißmaschine, 100/300 kVA, mit Stromrichtersteuerung und Druckprogrammregelung.

ist neben dem Temperaturregler mit Übertemperatursicherung noch mit einem Windschalter (vom Luftstrom hochgehaltene Klappe) ausgerüstet, der bei Aussetzen der Luftumwälzung die Heizung abschaltet; ferner besteht eine Seitenwand aus zwei Aluminiumfolien mit zwischenliegender längsgeschlitzter Knitterfolie als Wärmeschutz. Dieser Schrank wird in verschiedenen Größen für Temperaturen von 40 bis 250° und einen Leerverbrauch von 3,5 bis 11 kW hergestellt.

Wir wenden uns nun den in Halle 11 ausgestellten Elektro-Schweißmaschinen zu, deren Weiterentwicklung für Widerstands- und Lichtbogenschweißung durch die Begriffe: möglichst selbsttätiger Betrieb und selbsttätige Steuerung der richtigen Schweißwerte gekennzeichnet werden kann. Widerstandsschweißmaschinen konnten von der einfachen Punktschweißzange bis zu Großmaschinen für Sonderzwecke im Betriebe besichtigt werden. Ihr Anwendungsgebiet liegt in nahezu allen Herstellungsbetrieben, die Metalle verarbeiten, und hat sich zumal durch die Leichtmetallverarbeitung sehr erweitert, für die letzten Endes auch die genauen Steuerungen geschaffen wurden. Da dieser Zweig der Elektrotechnik noch verhältnismäßig jung ist, finden sich auch auf jeder neuen Messe wieder neue Maschinen, die eine Besprechung lohnen.

Beginnend mit den kleineren Geräten sei als Beispiel für transportable Anlagen die Schweißzange von Keller & Knappich G. m. b. H., Augsburg, herausgegriffen. Die Zange selbst wird in verschiedenen schweren Ausführungen gebaut, u. a. auch in Pistolensform für

Schweißungen an schlecht zugänglichen Stellen. Der Schweißdruck wird, von der Bedienung unabhängig, an einer Druckfeder eingestellt. Schweißspannung und -strom werden an dem zugehörigen tragbaren Transformatorgerät eingestellt, ebenso die Schweißzeit, die von 5 bis 100 Halbwellen gewählt werden kann. Die gleiche Firma baut leichte sog. Preßpunkter, mit denen man von Hand Bleche auf große, für die Zange nicht erfassbare Unterlagen aufschweißen kann, und weiter einen Spannkopf, in den Kupferelektroden verschiedener Dicke eingespannt und bei Abnutzung nachgeschoben werden können.

Eine große Punktschweißmaschine der SSW mit Stromrichtersteuerung zeigt Abb. 6. Die Maschine ist zum Schweißen sowohl von Leichtmetallen wie auch von Kupfer, Eisen und V2A-Stahl verwendbar; ihre Leistung beträgt 100 kVA dauernd, 300 kVA als Spitze. Der frischwassergekühlte Einphasentransformator ist im Maschinengestell untergebracht und über einen „Zweiwegschweißstakter“ an das Netz (500 oder 380 V) angeschlossen. Der einstellbare Elektrodendruck wird durch Druckluft erzeugt; zwei Hübe sind vorgesehen: ein Arbeitshub von 20 mm und ein weiterer Vorhub zum Einbringen des Werkstückes von 90 mm. Der Zweiwegschweißstakter enthält zwei gittergesteuerte Glasstromrichter in Gegenparallelschaltung. Man kann Schweißzeiten von $\frac{1}{1000}$ bis rd. 3 s für Punkt- und Reihenpunktschweißung einstellen. Der Schweißstrom wird abhängig vom Druck über ein Kontaktmanometer und ein einstellbares Relais eingeschaltet. Die zusätzliche Strom- und Druckprogrammsteuerung für besonders hochwertige Schweißungen sei kurz an Hand von Abb. 7 erklärt. Während der Zeit *a* herrscht hoher Elektrodendruck, um die Bleche gut aneinander anzuschmiegen; mit Einsetzen des Schweißstromes verringert sich der Druck auf einen bei der eingestellten Stromstärke günstigen Wert (Zeit *b*); in der Zeit *c* fließt bei wieder erhöhtem Druck ein verminderter Schweißstrom (Nachvergüten der Schweißstelle, langsamere Abkühlung). Diese Steuerung leistet ein Photozellengerät nach auswechselbaren Programm-

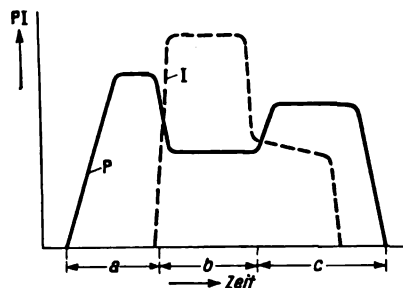


Abb. 7. Diagramm zur Programmsteuerung.

scheiben. — Die Schweißzeit läßt sich bequem mit dem Schweißzeitprüfer der SSW nachprüfen, der die Zahl der Wechselstromperioden auf einen Wachspapierstreifen aufzeichnet.

Selbstverständlich waren noch weitere Firmen mit gittergesteuerten Maschinen vertreten, so auch die Paul Knopp KG., Berlin, mit Sonder-Punkt- und Nahtschweißmaschinen für Leichtmetall. Die den praktischen Bedürfnissen durch Hand- oder Fußschaltung für Einzelschweißung und eine Nockenschaltung für Reihenschweißung gut angepaßte Buckelschweißmaschine der Firma wurde hier bereits abgebildet und hinsichtlich ihrer Sicherheitseinrichtungen beschrieben⁹⁾. Die Maschine kann auch mit Gittersteuerung und Schweißzeiten von 1 bis 50 Perioden betrieben werden. — Hugo Miebach, Dortmund, hatte u. a. eine 75 kVA - Nahtschweißmaschine zur Herstellung von Konservendosen ausgestellt, die 6 m Naht in der

Minute liefert. Er zeigte ferner eine voll- bzw. halb-selbsttätige Stumpfschweißmaschine für Querschnitte bis 3500 mm² mit Regelung durch ein Überdruckrelais sowie eine 25 kVA-Punktschweißmaschine mit einer Gittersteuerung der Rectron GmbH., Berlin. Die ausgestellte Steuerung (Abb. 8), bezeichnet als Schnellschalter „Tem-

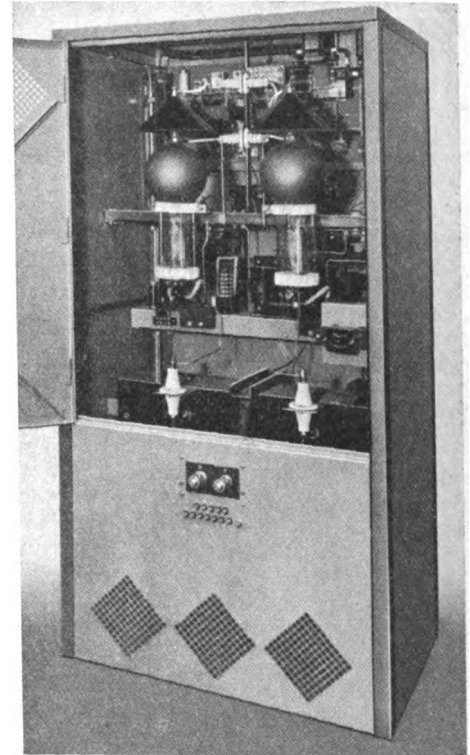


Abb. 8. Schnellschalter (Gittersteuerung) für Schweißmaschinen.

pomat“, reicht für Maschinenleistungen bis 175 kVA. Man kann mit dem Schnellschalter z. B. an Eisenblechen 150 Einzelpunkte in der Minute oder, beim Nahtschweißen, 1500 sich überlappende Punkte schweißen.

Mit einer großen Stumpf- und Abbrennschweißmaschine, vollselbsttätig, 160/320 kVA für Querschnitte bis 12 000 mm² waren die SSW vertreten.

Für die Lichtbogenschweißung waren Schweißumformer aller Größen ausgestellt. Den hier schon erwähnten und abgebildeten Maschinen¹⁰⁾ wäre als weitere Neuerung noch ein Eingehäuse-Umformer der SSW mit zwei Generatoren hinzuzufügen, mit dem also zwei Schweißer gleichzeitig arbeiten können, während für besonders große Werkstücke beide Generatoren parallel-schaltbar sind. Der Umformer leistet so bis 500 A bei 35 V, beim Zweistellenbetrieb dagegen 2×250 A bei 25 V. Diese Leistungssteigerung beim Parallelbetrieb wird durch erhöhte Erregung erzielt, die eine Höherlegung der Summenkennlinie der parallelgeschalteten Maschinen und damit eine Vergrößerung des Schweißbereiches zur Folge hat.

Als zweckmäßiges Zusatzgerät für Schweißumformer verdient noch der SSW-Fernwenderregler erwähnt zu werden, ein Widerstand, über den der von einem Trockengleichrichter gelieferte Fremderregerstrom geführt wird. Er kann an den Arbeitsplatz mitgenommen werden, so daß man von dort aus den Schweißstrom regeln oder die Schweißpole ohne Abklemmen der Kabel vertauschen kann (Umpolen der Erregung).

⁹⁾ ETZ 59 (1938) H. 9, S. 244.

¹⁰⁾ Wie Fußnote 9.

In Halle 4 wurde auch eine elektrische Raumheizung gezeigt, eine Neukonstruktion der Firma Schrader & von der Wipfel, Düsseldorf. Stahlflachrohre mit breiter, seitlicher Abstrahlfläche und schmalen Rücken, in denen freitragende, gering belastete Heizwendel ausgespannt sind, sind waagrecht übereinander zu gefälligen und leichten Heizkörpern vereinigt. Die Oberflächentemperatur erreicht bis 80° , Anschlußwerte 250 bis 6000 W. — Ein Heißklebegerät zum Verkleben von Zellophan, paraffinierten Papieren u. ähnl., z. B. an Verpackungen, stellt die Zeva-Elektricitäts-Ges., Kassel, in verschiedenen Formen als Preßhebel, Flachleiste oder Streicheisen her. Die Heizelemente sind luftdicht eingegossen; Leistungen von 30 bis 300 W.

Meß- und Prüftechnik.

Die vielfältigen Anwendungen elektrischer Meßverfahren zur Messung nichtelektrischer Größen fanden sich vorwiegend außerhalb des HdE, etwa bei den Wärmegegeräten in Halle 21 und 21a oder in der vielseitig beschickten Halle 7. Zuerst sollen einige mit wärmetech-

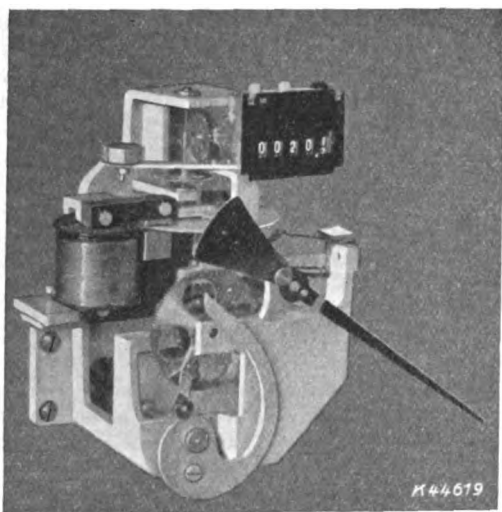


Abb. 9. Stetigzählwerk eines Dampfmengenmessers.

nischen Anlagen zusammenhängende Geräte erwähnt werden, dann solche, die mit der Werkstoffprüfung verknüpft sind.

Ein in t/h geeichter Dampfmengenmesser der AEG nach dem Differenzdruckprinzip (U-förmiges Quecksilberrohr als eigentliches Meßglied) ist mit einem neuartigen Stetigzählwerk ausgerüstet (Abb. 9), d. h. die Zeigerstellung wird, ähnlich wie in einem elektrischen Arbeitszähler, dauernd auf das Zählwerk übertragen. Die Meßwelle ist magnetisch gekuppelt mit dem Zählgerät, in dem die von der Dampfmenge quadratisch abhängige Drehbewegung über eine Kurvenscheibe (vorn unten in Abb. 9) in eine lineare Abhängigkeit verwandelt und dann zur Verlagerung der Achse einer Zählertriebscheibe benutzt wird. Durch diese Verlagerung wird die Zähler-scheibe mehr oder weniger tief in das Magnetsystem hineingeschwenkt und damit ihre Drehzahl entsprechend dem Zeigerausschlag verändert.

Zur trägheitsfreien Aufzeichnung von Temperaturen waren von Hartmann & Braun und von der AEG Photozellen-Kompensatoren mit Tintenschreiber ausgestellt. Der AEG-Kompensator wird an ein Thermoelement angeschlossen, dessen von der Temperatur abhängige Spannung den Spannungsabfall an einem Widerstand im Anodenstromkreis einer Verstärkerröhre kompensiert; in diesem Kreis liegt auch das Schreibgerät. (In anderer

Schaltung auch für Anschluß an Widerstandsthermometer usw.) Die Gitterspannung der Röhre wird lichtelektrisch durch den Zeiger eines Galvanometers gesteuert, dessen Ausschlag der Thermospannung entspricht. Bei Änderung der Temperatur wird also auf dem Wege über Galvanometer, Photozelle, Gitter der Anodenstrom und damit der Ausschlag des Tintenschreibers beeinflusst. Netzspannungs- und Kennlinienänderungen können das Ergebnis nicht fälschen. Das AEG-Gerät wird über einen eingebauten Röhrengleichrichter ans Netz gelegt, der im Prinzip gleichzeitig arbeitende Kompensator von H & B ist für unmittelbaren Wechselstrom-Netzanschluß eingerichtet.

Ein Sechsfarbensreiber von Hartmann & Braun enthält zwei Meßsysteme, Drehspule und Kreuzspule, um eine höhere Genauigkeit zu erreichen, als mit einer Brückenkreuzspule möglich ist. Von den beiden Zeigern wird während der Registrierung jeweils einer durch eine Hilfsspannung aus der Skala herausgelenkt.

Bei W. G. Joens & Co., Düsseldorf, sah man u. a. einen Kleinregler in Preßstoffgehäuse, weiter einen Schreiber mit einstellbarer Schreibbreite und einen Kältemengenzähler. S & H hatten einen Temperatur-Tintenschreiber ausgestellt, der zusammen mit einem Ardrometer arbeitet und einen eingebauten Bolometerverstärker besitzt. An Stelle der sonst üblichen Fallbügelzeichnung tritt bei diesem Gerät also dank dem Verstärker die kontinuierliche Aufzeichnung, die selbst raschen Temperaturänderungen zu folgen vermag. Auch ein Salzgehaltmesser (Netzanschluß) wurde gezeigt zur Überprüfung des Salzgehaltes von Lösungen bzw. Überwachung von Flüssigkeiten auf Verunreinigungen. Gemessen wird die Leitfähigkeit mittels Elektroden und Widerstandsthermometers; die Anzeige ist von der Temperatur der Flüssigkeit und von Spannungsschwankungen des Netzes unabhängig.

Überleitend zu den Prüfgeräten besprechen wir nun den Schwingungsmesser und das Auswuchtverfahren der Fa. Dr.-Ing. Hans Heymann, Darmstadt. Grundgedanke ist, das Auswuchten ohne Auswuchtmaschine unter den normalen Betriebsbedingungen vorzunehmen. Die Unbalance wird nach Größe und Richtung mit Hilfe eines Schwingungsmessers ermittelt; ihre Phasenlage stellt man mit dem Phasenindikator fest. Der Schwingungsmesser enthält eine kleine schwingende Masse mit nur einem Freiheitsgrad und übersetzt die Schwingungen in eine Wechselspannung, die am Millivoltmeter abgelesen wird; durch Drehen des Schwingungsmessers wird die Schwingungsrichtung ermittelt. Der Phasenindikator ist ein kleiner Generator, der wie ein Tachometer an die Welle gekuppelt wird; die Unbalanceebene wird durch Drehen des Indikatorgehäuses bis zum Höchstausschlag des angeschlossenen Meßgerätes festgestellt. Die ganze Messung ist einfach und rasch erledigt; die Geräte können natürlich auch zu Entstörungsmessungen (Lager-, Feld- oder Fluchtungsfehler) an in Betrieb befindlichen Maschinen benutzt werden.

Die drei nachstehend beschriebenen Prüfverfahren gehen auf Untersuchungen und Vorschläge der Reichs-Röntgenstelle zurück. Da ist zuerst bei der Fa. Dr. Reinhold Claren, Düsseldorf, ein Gerät zur Messung von Wanddicken beliebiger Werkstoffe, z. B. von Rohren und Druckflaschen, und zwar dient zur Messung ein Geiger-Zählrohr. Das mit einem Netzanschluß- und Anzeigegegerät verbundene Zählrohr wird in das Rohr eingeführt, dessen Wandstärke zu prüfen ist, und von außen wird das Rohr mit Röntgenstrahlen durchstrahlt; die Schwächung der Strahlenintensität durch die Wand wird vom Zählrohr ermittelt. Bei $\frac{1}{10}$ s Einstellzeit des Meßgerätes kann man Wanddickenunterschiede von $\pm 1\%$ feststellen. Bei 200 kV-Röhrenspannung kann bis zu 50 mm dicker Stahl untersucht werden. — Das von der gleichen Firma gebaute magnetinduktive Prüfgerät zur Untersuchung von Stangen und Rohren aus

Stahl und Nichteisenmetallen auf Fehlerstellen wurde hier schon kurz beschrieben¹⁰⁾; es beruht auf der Messung von im Prüfling erzeugten Wirbelströmen. — Das Stahlseilprüfgerät von Bruno Suschyzki, Berlin, arbeitet ähnlich, aber mit Hilfe eines magnetischen Feldes im Prüfling¹⁰⁾. Man kann so Brüche und Anrisse auch der innersten Drahtlagen des Seiles schnell feststellen; auch die Tiefenlage des Bruches läßt sich angenähert ermitteln. — Es ist zweifellos, daß mit diesen drei Meßverfahren wertvolle Hilfsmittel für die zerstörungsfreie Werkstoffprüfung geschaffen worden sind.

Die Röntgentechnik als Mittel der Werkstoffprüfung war mit Sonderröhren vertreten. Allgemein fand sich das Bestreben, eine vielseitig verwendbare Apparatur zu schaffen, die auch an schwer zugänglichen Stellen und zur Durchstrahlung von Hohlkörpern brauchbar ist. Bei den sog. Hohlanodenröhren wird die Röntgenstrahlung am Ende eines langen, schlanken Anodenrohres erzeugt; die sonst leicht störenden Zuleitungen münden am anderen Ende des Gerätes. Derartige Anlagen zeigten z. B. S & H (im HdE), Rich. Seifert & Co., Hamburg, und C. H. F. Müller AG., Hamburg. Während die Siemens-Röhre an einem am Rohrende angebrachten Goldbelag eine Strahlung erzeugt, die den Halbraum vor dem Anodenrohrende ziemlich gleichmäßig durchsetzt, durchstrahlt die Seifert-Röhre einen scheibenförmigen Ausschnitt des Raumes senkrecht zum Anodenrohr, und die drehbar gelagerte Müller-Röhre arbeitet mit einem Strichfokus, der als Feinfokus wirkt; diese Röhre ist deshalb auch gut für Feinstrukturuntersuchung geeignet. Rich. Seifert stellte noch eine Feinfokusröhre aus, deren Brennfleck $\frac{1}{30}$ des Brennfleckdurchmessers einer normalen Röntgenröhre mißt; man kann mit der Röhre bis zu zehnfach vergrößerte Abbildungen herstellen.

In diesem Abschnitt über Meßtechnik soll auch kurz der hochempfindlichen Relais gedacht werden, für die heute ein vermehrter Bedarf vorhanden ist, z. B. in Verbindung mit lichtelektrischen Steuerungen. Neben dem Tauchspulrelais von Dr. Ernst Bräuer, das in der ETZ ausführlich beschrieben wurde¹¹⁾, fand sich noch ein Drehspulrelais von Oskar Lühn & Co., Darmstadt, für einen kleinsten Ansprechstrom von $10\mu\text{A}$, Schaltleistung max. 2 A bei 220 V Wechselstrom.

Werkstoffe.

Die Werkstoffschau in Halle 20 richtig zu würdigen, würde über den hier gesteckten Rahmen erheblich hinausgehen. Wir beschränken uns auf Angaben über Neuerungen bzw. in der Elektrotechnik verwendete Werkstoffe. Auf dem Leichtmetallgebiet wartete das Drahtwerk Elisental, Wuppertal-Elberfeld, mit Feindrähten und -litzen aus Hydronalium auf in Abmessungen bis herab zu 0,03 mm. Bei guter Festigkeit zeichnen sich diese Drähte durch hohe Korrosions- und Seewasserbeständigkeit aus. Die I. G. Farbenindustrie zeigte außerdem noch Antennendraht aus Hydronalium. Hydronalium wird auch als blanker, fester Überzug für Werkteile benutzt, und zwar wird das Metall aufgespritzt (Metallisator Berlin AG.). Das von der Wintershall AG., Kassel, hergestellte Magnewin ist eine gut bearbeitbare Magnesiumlegierung und zur Zeit unser leichtestes Nutzmateriale vom spez. Gewicht 1,8; es wird dort am Platze sein, wo Gewichtsparsparnisse besonders wichtig sind.

Mit der hochfesten, aushärtbaren Kupferlegierung Mandura kann man z. B. bei der Herstellung von Behältern für Heißwasserspeicher bis 50 % Kupfer sparen, weil man bei gleicher Festigkeit mit der Wandstärke auf die Hälfte herabgehen darf (Hersteller: Osnabrücker

Kupfer- und Drahtwerk). Friedr. Blasberg, Solingen-Merscheid, zeigte u. a. ein elektrolytisches Magnesiumoxydierverfahren, das bei gewöhnlicher Temperatur und mit Spannungen bis zu 40 V herauf arbeitet; der Überzug wird zweckmäßig noch lackiert. — Teile von Elektrogeräten werden schon länger aus Siluminguß hergestellt, einer hochwertigen Aluminium-Silizium-Legierung (Silumin-Ges. m. b. H., Frankfurt a. M.). Besonders hohe Festigkeit bietet das Silumin-Gamma.

An magnetischen Werkstoffen zeigte die Fried. Krupp AG., Essen, das Hyperm 4 (nickelfrei) als magnetisch weiche Legierung¹²⁾, z. B. für Stromwandler und Relais, wo es auf niedrige Koerzitivkraft ankommt. Noch geringer ist diese bei Hyperm 0, das mit Vorteil an Stelle des schwedischen Holzkohle-Weicheisens verwendet wird¹³⁾. Devisen spart man auch, wenn man statt Kobaltstahles den Ni-Al-Stahl Koerzit verwendet oder einen neuen Cr-Si-Stahl an Stelle von Wo-Stahl. Erwähnt sei noch ein neuer Heizleiterwerkstoff guter Zunderbeständigkeit und Warmfestigkeit, nämlich der bis 950° verwendete Cr-Ni-Stahl P 265.

Verschiedenes.

An Hausgeräten fanden sich außerhalb des HdE vornehmlich Kühlschränke, Staubsauger und Leuchten, ferner zahlreiche Schwachstrom-Installationsteile. Bei den Kühlschränken waren nur geringe Änderungen festzustellen, die mehr in der Linie der Benutzungserleichterung als in elektrotechnischer Richtung liegen. Interessant ist die Konstruktion eines neuen Verdampfers von DKW, Scharfenstein i. Erzgeb., des sog. Streifenkessels. Das Kühlmittel fließt durch ein Rohrsystem mit großen Wärmeübertragungsflächen, das nur durch das Zusammenschweißen von Messingblechen hergestellt ist; damit ergibt sich eine sehr gedrängte flache Bauart bei intensiver Kühlung der außen vorbeistreichenden Luft. — Von den Männern viel beachtet wurden elektrische Trockenrasiergeräte, die ähnlich wie Haarschneidemaschinen arbeiten; betont wurde, daß sich die Haut erst an das neue Verfahren gewöhnen müsse. — Aus der Lichttechnik darf noch eine vielseitig verwendbare Werkstattleuchte zum Anklemmen oder mit Bodenständer erwähnt werden (Harzer Holz- u. Metallindustrie, Elbingen, Harz), sowie die sog. Busson-Lampe, eine Mischlichtbirne mit Glühfaden und Quecksilberdampfentladung (Firma Busson, Haltingen/Amt Lörach).

Für die allgemeine Verwendung der Elektrizität im Haushalt war von der AFE in Halle 19 wieder eine viel besuchte Gemeinschaftsausstellung errichtet, die an Einrichtungsbeispielen in Einzelkojen mit kurzen Schlagworten für die Elektrizität warb und auch „Falsch“ und „Richtig“ in der Installation zeigte.

Bilanz der Messe.

Zum Schluß seien noch einige Zahlen angegeben, die beweisen, daß die diesjährige Messe als bedeutender Erfolg zu werten ist. Die Gesamtbesucherzahl stieg gegen das Vorjahr um 16,5 % auf rd. 304 000 (nicht eingerechnet 85 000 Facharbeiter als KdF-Besucher). Aus dem Ausland kamen 36 000 Besucher, 4000 mehr als im Vorjahr; die Zahl der selbständigen Auslandsaussteller war um 22 % auf 818 Firmen gestiegen. Das zur Zeit der Messe noch vom Reich getrennte Deutsch-Österreich hatte 162 Aussteller und 2813 Besucher entsandt.

Elektrotechnische Erzeugnisse wurden auf einer um 30 % vergrößerten Ausstellungsfläche angeboten. Etwa die Hälfte der Messeeinkäufe in der Elektrotechnik entfiel auf das Ausland, und zwar vorwiegend Westeuropa, dann Balkan, Australien, Südamerika u. a.

¹⁰⁾ ETZ 59 (1938) H. 12, S. 322.

¹¹⁾ ETZ 59 (1938) H. 9, S. 225.

¹²⁾ Vgl. Arch. techn. Messen Z 911—7 (1936).

¹³⁾ Arch. techn. Messen Z 911—8 (1936).

Stand der Breitbandkabeltechnik in Deutschland.

Unter Breitbandkabel werden bekanntlich Kabel verstanden, die imstande sind, sehr breite Frequenzbänder zu übertragen, die sich je nach den Abmessungen der Kabel über mehrere MHz im Frequenzspektrum ausdehnen¹⁾. Das Wesen der Bauart dieser Kabel ist die konzentrische Anordnung einer kreiszylindrischen Hülle um einen von der Hülle durch möglichst verlustfreie Isoliermittel in zentraler Lage gehaltenen Leiter. Die in Deutschland ver-

wendeten Breitbandkabel haben einen zentralen Kupferleiter in Volldrahtausführung von 5 mm Dmr. und eine Kupferhüllenleitung von 18 mm lichtem Dmr. Eine Ausführung benutzt als Isoliermittel und Abstandhalter zwischen dem zentralen Leiter und der röhrenförmigen Rückleitung eine Styroflexwendel²⁾, die spiralförmig mit kurzem Schlag den zentralen Leiter umgibt; außerdem sichert noch eine Umwicklung des so aufgebauten zentralen Leiters einschließlich Styroflexwendel mit Styroflexbändern gegen Berührungen zwischen zentralem Leiter und Rückleitung. Bei den neuesten Breitbandkabeln sind sogar zwei Styroflexwendel und zwei Umwicklungen mit Styroflexbändern vorgesehen (Abb. 1). Die zweite Ausführung verwendet zur gegenseitigen Isolierung und Wahrung der zentralen Lage des drahtförmigen Leiters Scheiben aus Frequenta in engen Abständen (Abb. 2). Beide Isolierarten, insbesondere aber Styroflex, zeichnen sich durch sehr geringe dielektrische Verluste aus. Die röhrenförmige Rückleitung ist in den älteren Bauformen der erstgenannten Ausführung aus Kupfer-

seitig abstützen. Der Rückleiter in der Bauform nach Abb. 2 besteht aus kurzen, schalenförmigen Kupferblechen, die gelenkartig miteinander verbunden sind.

Die kilometrische Dämpfung der Breitbandkabel in beiden Ausführungsformen ist für 1 MHz 0,16 Neper. Infolge der Verwendung nahezu verlustfreier Isoliermittel steigt die Dämpfung ziemlich genau mit der Quadratwurzel aus der Frequenz; für 4 MHz ist die kilometrische Dämpfung somit

0,32 Neper (Abb. 3).

Fernkabel mit einem koaxialen Kern der vorbe-

schriebenen Form und mit einer Lage papierisolierter Vierer sind zwischen Berlin und Leipzig nach München ausgelegt worden oder werden z. Z. zwischen Berlin und Hamburg ausgelegt. Weitere Fernkabel dieser Art werden zwischen Berlin und Frankfurt a. M. folgen (Abb. 4). Für

jede der beiden Übertragungsrichtungen wird aus bestimmten Gründen ein Kabel ausgelegt.

Die Breitbandkabel sollen in der Weise ausgenutzt werden, daß im Frequenzbereich bis 1 MHz etwa 200 Fern-

sprechwege mit Hilfe des Trägerfrequenzverfahrens nebeneinander mit einem Trägerfrequenzabstand von 3000 Hz hergestellt werden; sie werden den Bereich von 90 bis 690 kHz im Frequenzspektrum besetzen. Der Bereich von 1 bis 4 MHz ist für zwei Fernsehwege bestimmt, davon ein Fernsehweg für das Fernsprechen von 500 kHz Breite zwischen etwa 1 und 1,5 MHz und der zweite von 2 bis 4 MHz für den Fernsehfunk. Der letztere Bereich reicht aus, um hochwertige Bilder mit 441 Zeilen, 25 Bildwechsel und Zeilensprung zu übertragen, während der erstgenannte Fernseh-

weg von 500 kHz genügt, um die nahezu ruhenden Bilder des Fernsprechdienstes zu übertragen.

Die verhältnismäßig große und mit der Frequenz stark ansteigende Dämpfung bedingt die Einschaltung von Verstärkern, deren Abstand um so enger sein muß, je höher die Frequenz der zu übertragenden Ströme ist. Bei einer größtmöglichen Verstärkung um 6,4 Neper beträgt der Verstärkerabstand für den Frequenzbereich 90 bis 1000 kHz äußerstenfalls 40 km, im Mittel jedoch nur 35 km; die Übertragung des Frequenzbereichs von 1 bis 4 MHz bedingt Verstärker in Abständen von 17,5 km. Die übrigen leicht oder mittelschwer bespulten, papierisolierten Begleitadern der Breitbandkabel werden wie üblich in Abständen von 70 bis 80 km oder 140 bis 160 km mit Verstärkern ausgerüstet. Somit ergibt sich die Verstärker-Verteilung nach Abb. 5. Die Fernsprechverstärker, die im Band bis 1 MHz 200 Ferngespräche verstärken, werden in allen Haupt- und Nebenämtern eingeschaltet. Zwischen Haupt- und Nebenämtern sind zusätzliche Verstärker

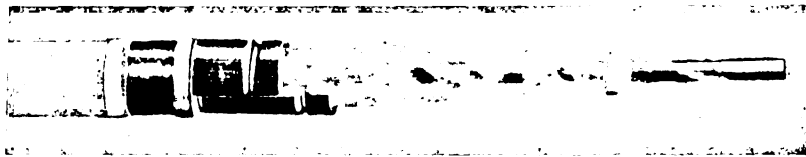


Abb. 1. Breitbandkabel mit zwischenschichtiger Styroflexisolation und gesicktem Außenleiter.



Abb. 2. Aufbau des Breitbandkabels mit Scheibenisolation.

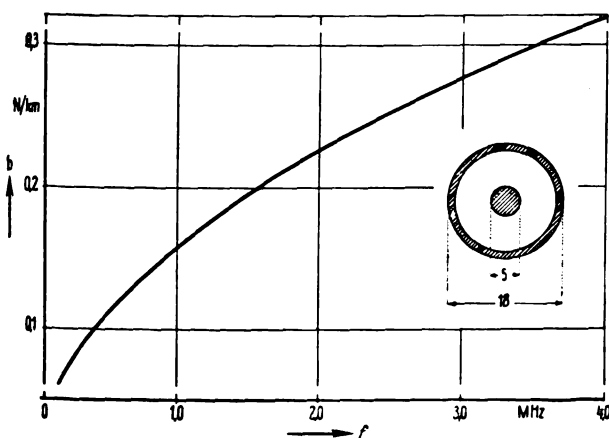


Abb. 3. Kilometrische Dämpfung des Breitbandkabels
Beiln—Leipzig—München.

bändern in spiralförmiger Anordnung zusammengesetzt; darüber legt sich eine Kupferbandwicklung, die die zylindrische Form der Rückleitung sichert. In der neueren Bauform besteht der röhrenförmige Rückleiter aus zwei halbrunden Kupferbändern, die durch eingeformte Sicken (Abb. 1) biegsam gemacht sind und sich gegen-

¹⁾ K. Höpfner u. H. F. Mayer, Europ. Fernsprechnetz (1937) H. 46, S. 101; 7 S., 23 Abb.

²⁾ H. F. Mayer u. E. Fischer, ETZ 56 (1935) S. 1245.

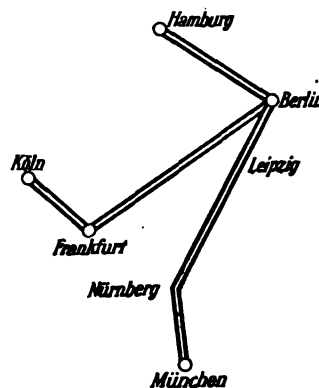


Abb. 4. Deutsches Breitbandkabelnetz.

mittwegs einzufügen, die nur Fernsehströme (Bereich 1 bis 4 MHz) verstärken. Jedes Hauptamt enthält Fernsehverstärker, Fernsprechverstärker (Bereich 90 bis 1000 kHz) und normale Fernsprechverstärker für den Niederfrequenzbereich 300 bis 2700 Hz; jedes Nebenamt enthält Fernsehverstärker und Fernsprechverstärker (90 bis 1000 kHz), jede Verstärkerstelle zwischen Hauptamt und Nebenamt nur Fernsehverstärker. Während Hauptämter und Nebenämter eigene Stromversorgung haben und dauernd gewartet werden, beziehen die unbemannt

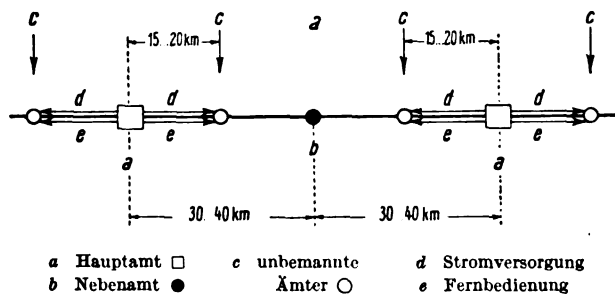


Abb. 5. Anordnung der Ämter des Breitbandkabels.

bleibenden Verstärkerstellen mit Fernsehverstärkern ihren Strom im Notfall von den benachbarten Hauptämtern. Da Fernseh- und Fernsprechströme über dieselbe Leitung verlaufen, aber beide Stromarten jede für sich durch Unterwegsverstärker verstärkt werden, ist es notwendig, beide Stromarten durch Hochpaß- und Tiefpaßfilter an den Ein- und Ausgängen der Verstärkerämter ebenso wie bei den Endämtern voneinander zu trennen. Zum Ausgleich der Phasenverzerrung werden Phasenzerrerr vorgesehen.

Die 200 Fernsprechwege werden in den Bereich von 90 bis 690 kHz durch dreimalige Modelung eingegliedert. Um mit einfachen Wellenfiltern (ohne Kristalle) auszukommen, werden zuerst alle 200 Ferngespräche einzeln mit 6 kHz vorgemodellert, wobei das obere Seitenband und die Trägerfrequenz unterdrückt werden. Im zweiten Modellierungsvorgang werden je zehn Ferngespräche durch Modellung der Trägerfrequenzen 27, 30, 33, 36, 39, 42, 45, 48, 51, 54 kHz in den Bereich von 30 bis 60 kHz verlagert (Bandmodellung). Hierbei werden die unteren Seitenbänder und die Trägerfrequenzen unterdrückt. In der dritten Modellierungsstufe wird nach gehöriger Vorverstärkung jede der in der zweiten Modellierungsstufe entstandenen zwanzig Gruppen durch Modellung der Trägerfrequenzen 150, 180, 210, ... 720 kHz und nach Unterdrückung der oberen Seitenbänder und der Trägerfrequenzen in den Bereich von 90 bis 690 kHz lückenlos eingegliedert (Gruppenmodellung). Am Empfangsende wird in umgekehrter Folge aus den Gruppen, in die Bänder und zuletzt in die Einzelgespräche rückgemodellert.

Die einzelnen Gruppen mit dem Frequenzbereich von 30 bis 60 kHz können unmittelbar über gewöhnliche papierisolierte, unbelastete Kabel Doppelleitungen übertragen werden. Das Trägerfrequenz-Mehrfachsystem für unbelastete Kabelleitungen ist also ein normaler Teil der Breitband-Fernsprechausrüstung. Auch der Verstärkerabstand ist mit 35 km im Mittel derselbe wie beim Breitbandsystem. Im Frequenzbereich unter 30 kHz können noch fünf Fernsprechwege untergebracht werden, und zwar im Bereich von 9 bis 24 kHz.

Das Breitbandkabel Berlin - Leipzig - Nürnberg - München ist vorläufig mit Fernsehverstärkern in Abständen von 35 km im Mittel ausgerüstet. Die Verstärker übertragen ein Frequenzband von etwa 300 bis 1500 kHz mit einer größten Abweichung von 0,2 Neper von der Dämpfung bei 1 MHz. Innerhalb dieses Frequenzbandes werden gegenwärtig Fernsehbilder von 180 Zeilen mit 25maliger Wiederholung in der Sekunde übertragen. Sie

besetzen mit einem Seitenband ein Frequenzband von 500 kHz Breite (800 bis 1300 kHz). Außerdem bieten diese Verstärker die Möglichkeit, noch dreißig Gespräche (drei Gruppen zu je zehn) im Bereich von 510 bis 600 kHz zu führen. Versuche in dieser Richtung sind zunächst mit fünf Gesprächen bereits mit Erfolg ausgeführt worden; dabei wurde das niederfrequente Frequenzband 300 bis 2700 kHz mit einer größten Verzerrung von 0,1 Neper übertragen. Auch bei der Hintereinanderschaltung aller fünf Gesprächsverbindungen blieb die Übertragungsgüte trotz der zehnmaligen Umsetzung von Niederfrequenz in Hochfrequenz und umgekehrt und trotz der zahlreichen Filter ungeändert. Da die Leistung und Linearität der Zwischenverstärker ausreicht, um noch eine größere Zahl von Gesprächen zu übertragen, ist mit Sicherheit anzunehmen, daß auf diese Weise dreißig Gespräche zwischen Berlin und Leipzig neben dem Fernsehdienst herstellbar sind.

Hnr.

Beitrag zur Wirkungsweise des Elektronenstrahl-Bildabtasters.

621. 397. 611. 2

Der Elektronenstrahl-Bildabtaster besitzt eine Vielzahl von Mikrophotzellen, die gegenüber einer Metallbelegung eine Kapazität besitzen¹⁾. Bei der Belichtung dieser Photozellen stellen sich örtlich verschiedene Potentiale ein, die nach der Abtastung durch einen Elektronenstrahl auf ein einheitliches Potential zurückgeführt werden. Um genaueren Aufschluß über die potentialen Verhältnisse dieser Mikrophotzellen-Kondensatoren und damit über die Wirkungsweise des Bildzerlegers bei Belichtung und Abtastung zu erhalten, wurde gemäß der vorliegenden Untersuchung ein größeres Bildelement betrachtet. Die Versuchsbedingungen waren so getroffen, daß die Versuchsröhre in ihrer Wirkungsweise von den Betriebsröhren möglichst wenig abwich. Mit einem Kathodenstrahl-Oszillographen wurde der Potentialverlauf des Elements während und nach der Abtastung sowohl im unbelichteten als auch im belichteten Zustand aufgenommen. Es ergab sich, daß das Potential des Elementes im Augenblick der Abtastung infolge Austritts von Sekundärelektronen auf etwa 3 V gegenüber der Absauganode ansteigt und nach dem Weggang des Abtaststrahls infolge der Rückkehr der Elektronen aus einer sich zwischen Kathode und Absauganode ausbildenden Raumladung langsam absinkt. Je nach der Größe des Strahlstroms wird dieses Gleichgewichtspotential positiver, gleich oder negativer als das Potential der Absauganode. Das Ergebnis dieser Potentialmessungen wird qualitativ nachgeprüft in einem Versuch, bei dem das Prüfelement von außen her ein bekanntes Potential erhält und die Helligkeit des Elements gegenüber den hochisolierten Nachbarlementen in einem Braunschen Wiedergaberohr bei betriebsmäßiger Abtastung verglichen wird. Aus den Oszillogrammen läßt sich ein Bild über den Strom- und Spannungsverlauf für ein belichtetes und unbelichtetes Element über die Zeit einer Bildabtastung gewinnen. Hieraus erklärt sich nach der Aufteilung in die Teilströme das Zustandekommen des Bild-Ikonoskops. Die gefundenen Strom- und Spannungswerte gestatten die Berechnung der Zeitkonstanten der Ladungs- und Entladungsvorgänge.

Nach einer Deutung der Versuchsergebnisse wird der Ansatz der rechnerischen Erfassung der Elektronenbahn-Verteilung und Geschwindigkeit im Raumladungsfeld durch Mosaikkathode und Absauganode gemacht. Unter Zugrundelegung verschiedener Bedingungen für Emissions-Teilchengrößen, Ausbreitung der Elektronengeschwindigkeitsverteilung läßt sich eine mit den Versuchsergebnissen verträgliche Raumladungsverteilung bildlich darstellen. Die Untersuchungen haben ergeben, daß man nicht mit einer reinen Speicherung der Photoelektronen zu rechnen hat, vielmehr ergibt sich überwiegend Potentialsteuerung der Mikro-kondensatoren durch die Photoströme. Hma.

¹⁾ W. Heimann und K. Wemheuer, Elektr. Nachr.-Techn. 15 (1938) S. 1; 8½ S., 12 Abb.

RUNDSCHAU.

Elektrische Maschinen.

621. 313. 361. 025. 3 **Die Drehstrom-Reihenschlußmaschine als Hintermaschine bei rein untersynchroner Drehzahlregelung.** — Die Drehstrom-Reihenschlußmaschine verarbeitet in dieser Schaltung die Schlupfleistung des Asynchronmotors und gibt sie als Kommutatormotor ab. Sie ermöglicht, der Vordermaschine bei Nennlast einen beliebigen Nennschlupf σ_n zu geben, gestattet jedoch keine Regelung der Leerlaufdrehzahl. Die Belastung der Hintermaschine erfolgt entweder auf eine Synchron- oder Asynchronmaschine, die ihre Leistung ans Netz zurückgibt (elektrische Kupplung), oder unmittelbar auf die Welle der Hauptmaschine (mechanische Kupplung). Sie wird zweckmäßig so berechnet, daß sie übersynchron mit einer Bürstenverschiebung von 30° aus der Kurzschlußstellung arbeitet. In diesem Betriebszustand addieren sich ihre Ständer- und Läuferspannungen, sodaß ihre Leistung und Spannung beträchtlich größer als die des Kommutators werden. Dies ermöglicht ihre Berechnung für höhere Leistungen als beim Betrieb als normaler Drehstromreihenschlußmotor.

Es sei A der Strombelag des Ankers, v seine Umfangsgeschwindigkeit, e_i die Lamellenspannung des Kommutators, v_k seine Umfangsgeschwindigkeit, τ_k die Kommutatorteilung in m. Die Netzfrequenz betrage $f = 50$ Hz der zu erreichende Nennschlupf des Hauptmotors $\sigma_n = 0,5$. Um diesen Wert zu erreichen, muß bei elektrischer Kupplung die Drehfrequenz der Kommutatorhintermaschine $f_h = \sigma_n f \geq 0,5 f$, bei mechanischer Kupplung $f_h = \sigma_n f \geq 1 f$ gemacht werden. Mit diesen Bezeichnungen gelten folgende Beziehungen für die Leistung der Hintermaschine je Polpaar P/p_h und die Spannung der Hintermaschine E_{H0} :

I. Bei elektrischer Kupplung

$$\frac{P}{p_h} = \frac{1}{6f} \left(\frac{\sigma_n}{\sigma_s} \right)^2 A e_i v \quad \text{in kW,}$$

$$E_{H0} = \frac{4}{\sigma_s^2} \frac{e_i v_k}{2\pi f \tau_k} \quad \text{in Volt und}$$

II. bei mechanischer Kupplung

$$\frac{P}{p_h} = \frac{1}{24f} \frac{\sigma_n}{(\sqrt{1 + \sigma_s} - 1)^2} A e_i v \quad \text{in kW,}$$

$$E_{H0} = \frac{1}{(\sqrt{1 + \sigma_s} - 1)^2} \frac{e_i v_k}{2\pi f \tau_k} \quad \text{in Volt.}$$

Die Auswertung der Gleichungen ergibt, daß die elektrische Kupplung höhere Leistungen als die mechanische Kupplung erreichen läßt. Die vom Verfasser aus diesen Formeln berechneten Grenzleistungen sind jedoch tatsächlich nicht zu erreichen, da einmal die Umfangsgeschwindigkeit v des Ankers zu hoch angenommen ist (80 m/s) und zum anderen die Rücksicht auf die Stromwendespannung (Reaktanzspannung) so hohe Leistungen, die bis zum vielfachen der Grenzleistung des normalen Reihenschlußmotors¹⁾ gehen, ausschließt. [G. Leiner, *Elektrotechn. u. Masch.-Bau* 55 (1937) S. 517; 4½ S., 6 Abb.]. Pz.

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 754 : 373 **Unmittelbare Phasenmessung mit der Braunschen Röhre.** — Die Braunsche Röhre ist schon mehrfach zur Phasenmessung verwendet worden. Am einfachsten, aber unbequemsten ist das Verfahren der Lissajous-Ellipsen, wobei jedoch die Ellipse ausgemessen werden muß. MacLean und Sivan²⁾ verwenden einen leuchtenden Kreis mit einer Kerbe, deren Lage von der Phase abhängig ist. Ein einfacheres Verfahren hat W. Lutz angegeben (Abb. 1). Die Eingangstransformatoren T_I und T_{II} sind gleich. Die Brücken-
zweige sind ebenfalls in ihren Kapazitäten und ohmschen

Widerständen untereinander gleich. Haben die Eingangsspannungen und damit infolge der gleichen Bauart der Eingangsschaltungen auch die Eingangsströme gleiche Amplituden, so ergibt sich die Phasendifferenz unmittelbar als Differenz der Phasen der einzelnen Ströme. Man erhält an der Braunschen

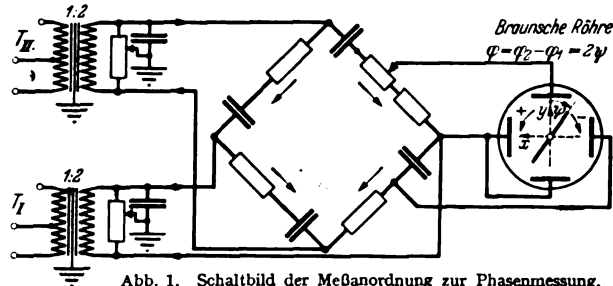


Abb. 1. Schaltbild der Meßanordnung zur Phasenmessung.

Röhre einen Strich, dessen Winkel zur Nullage gleich der halben Phasendifferenz ist (Abb. 2). Die Länge des Striches ist von der Amplitude abhängig. Sind die Eingangsamplituden ungleich, so erhält man eine Ellipse, deren große Achse den Drehwinkel angibt.



Abb. 2. Leuchtschirm der Braunschen Röhre mit dem Lichtzeiger. 1/2 natürl. Größe.

Will man bei veränderlicher Phasendifferenz registrieren — bei dem angegebenen Verfahren ist dies nur kinematographisch möglich — so verwendet man eine Schaltung mit einem Schleifenoszillographen. [W. Lutz, *Elektr. Nachr.-Techn.* 14 (1937) S. 307; 4 S., 5 Abb.]. Krl.

621. 317. 727. 027. 3 **Hochspannungs-Meßwiderstand.** — Zur Messung von Spannungen bis 1 MV ist in der T. H. Dresden ein Metallwiderstand entwickelt worden; aus zahlreichen Widerstandselementen in mehrfacher Zickzackführung wurde eine turmartige Anordnung aufgebaut, wobei als Abschluß nach oben eine Beobachterkugel dient; diese ergibt durch ihre Felddausbildung zugleich eine gewisse Entlastung des Widerstandes von Ladeströmen und Sprühströmen sowie Schutz gegen Sprungwellen. — Nach vorangegangener Brückenmessung des Widerstandes abhängig von der Temperatur ist es möglich, durch Temperaturbestimmung mittels abgeschirmten Thermometers den ohmschen Widerstandswert bei beliebigen Belastungen auf 0,1% genau anzugeben. Der Einfluß der In-

¹⁾ Kozsisek u. Lennerich, *Helios* 37 (1931) H. 3, S. 21.

²⁾ W. E. MacLean u. S. I. Sivan, *J. acoust. Soc. Amer.* (1931) S. 419.

duktivität ist bei 50 Hz und vorkommenden Oberwellen völlig bedeutungslos. Hingegen bedingen die Kapazitäten der Elemente gegen Erde bzw. die obere Kugel Ladeströme, welche die Größenordnung der Meßströme erreichen können. Wegen des veränderlichen Anteils an Oberwellen in den zu messenden Spannungen war Abhilfe nötig. Mittels dreier Ringe, die an die entsprechenden Spannungen des dreistufigen Hauptumspanners angeschlossen sind, wird das Potential der den Widerstand umgebenden Feldzone gesteuert; die Messung ergab danach einen Scheinwiderstandswert um 1,3% größer als der Gleichstromwert, was sich bei den verwendeten gut sinusförmigen Spannungen als zulässig erwies. Bei Bedarf könnte durch Vervollkommnung der Steuerung der Fehler beliebig weiter herabgesetzt werden, wodurch auch Widerstände für mehrfach größere Spannungen ausführbar sind. — Außer Effektivwertmessungen gestattet der Widerstand durch Verwendung von Oszillographenschleifen oder Kontaktgebern mit statischen Spannungsmessern Scheitelspannungen zu bestimmen. Besondere Vorzüge sind gegenüber anderen Widerstandsstoffen die Beständigkeit des Widerstandswertes, im Vergleich zu Meßkondensatoren die größere Ergiebigkeit und damit geringere Störanfälligkeit gegenüber Fremdfeldern, sowie die Möglichkeit, Gleichspannungsmessungen ausführen zu lassen. [L. Binder u. W. Hörcher, Z. techn. Phys. 19 (1938) S. 48; 3 S., 3 Abb.] eb.

621. 317. 785 Prüfungen und Beglaubigungen. — Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt erläßt folgende „Bekanntmachung Nr. 460“.

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, werden folgende Elektrizitätszählersysteme zur Beglaubigung zugelassen.

Zusatz zu den Systemen **165**, **166**, **177**, **179** und **194**

Induktionszähler für mehrphasigen Wechselstrom, hergestellt von den **Siemens-Schuckertwerken Aktiengesellschaft in Nürnberg**.

Berlin-Charlottenburg, den 2. Dezember 1937.

Der Präsident
der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Stark."

Beschreibung²⁾:

Die in der untenstehenden Tafel (Spalte 1) angegebenen bisher zur Beglaubigung zugelassenen Formen von Zählern

Tafel 1.

Spalte 1 System- und Formzeichen der bisher zugelassenen Zähler ohne Rücklauf- hemmung und -kontakt	Spalte 2 System- und Formzeichen der Zähler mit Rücklaufhemmung und -kontakt
165 D15, ZD15	165 D15/34, ZD15/35
166 D16, ZD16	166 D16/34, ZD16/35
M3D16	M3D16/36
D16A, ZD16A	D16A34, ZD16A35
D16Am, ZD16Am	D16Am37, ZD16Am39
D16A50, ZD16A52	D16A92, ZD16A93
D16P, ZD16P	D16P34, ZD16P35
D16P2, ZD16P2	D16P2/34, ZD16P2/35
D16P3, ZD16P3	D16P3/34, ZD16P3/35
D16P3m, ZD16P3m	D16P3m37, ZD16P3m39
D16P3/50, ZD16P3/52	D16P3/92, ZD16P3/93
177 D11, D13, ZD13	177 D11/34, D13/34, ZD13/35
179 D12, ZD12	179 D12/34, ZD12/35
194 D17, ZD17, M3D17	194 D17/34, ZD17/35, M3D17/36
D17A, ZD17A	D17A34, ZD17A35
D17Am, ZD17Am	D17Am37, ZD17Am39
D17A50, ZD17A52	D17A92, ZD17A93
D17P, ZD17P	D17P34, ZD17P35

¹⁾ Reichsministerialblatt 1937, S. 745.

²⁾ Auszug aus dem Sonderdruck über die Bekanntmachung Nr. 460 der PTR. Zu beziehen durch die Franckh'sche Verlagshandlung, Berlin.

für mehrphasigen Wechselstrom der Systeme **165**, **166**, **177**, **179** und **194** werden unter den gleichen Formzeichen auch mit einer Rücklaufhemmung hergestellt. Die Zähler tragen ein Schild mit der Aufschrift „Mit Rücklaufhemmung“. Weiterhin können die genannten Zählerformen auch noch mit einem Rücklaufkontakt versehen sein. In dieser Ausführung tragen die Zähler dann die in der Spalte 2 der Tafel 1 angegebenen Formzeichen. Die Zähler mit Rücklaufhemmung ohne und mit Rücklaufkontakt können für die gleichen Nennspannungen, Nennstromstärken und Nennfrequenzen wie die Zähler der bisher zugelassenen Ausführungen ohne Rücklaufhemmung und -kontakt beglaubigt werden.

Geräte und Stromrichter.

621. 3 + 621. 82 : 665. 1/5 Beeinflussung des Lageröles elektrischer Geräte durch Isolierlack- und Gehäuseausdünstungen. — In allen Elektrizitätszählern, feinmechanischen Laufwerken, insbesondere Uhren usw., spielt die „Ölfrage“ seit geraumer Zeit eine große Rolle, da die Ölmengen an den Lagerstellen, die nur bei einer Reparatur ersetzt wird, Zersetzungs- bzw. Verdickungserscheinungen ausgesetzt ist, die vielfach zu vorzeitigen Störungen führen. In den Nachkriegsjahren sind diese Störungen stärker als früher in Erscheinung getreten, nicht zuletzt infolge der Vereinfachung der Herstellungsverfahren durch Ersatz handwerklicher Vollerzeugung durch Massenfertigung; andererseits sind die Ursachen durch wissenschaftliche Forschungen besser aufgeklärt worden, ohne in allen Fällen Mittel der Abhilfe zu finden. H. Stamm¹⁾ hat eindeutig nachgewiesen, daß vor allem die Verwendung des sogenannten Automatenstahls, mit seinen Beimengungen an Schwefel und Phosphor zwecks Erzielung höherer Schnittgeschwindigkeiten, durch katalytische Erscheinungen die Zersetzung der früher allein üblichen, aus tierischen und mineralischen Bestandteilen gemischten Ölen beschleunigt; die neu geschaffenen synthetischen Öle, die hiergegen unempfindlich sind, können wiederum wegen ihrer Empfindlichkeit gegen Zaponlacke nur beschränkt verwendet werden. Besonders auffällig war die von vielen Praktikern beobachtete schnellere Ölersetzung in elektrischen Laufwerken, die man sich vor allem bei elektrischen Schwachstromuhren mit Stromrückleitung über das Werk durch elektrolytische Vorgänge erklärte.

Ausgehend von Untersuchungen über den möglichen Einfluß von Parfüm- oder atmosphärischen Ausdünstungen auf Uhrwerke haben in Frankreich Paul Woog und Jean Givaudon nach einer Mitteilung von P. Ditisheim neue, gerade auch für die elektrischen Geräte wichtige Feststellungen getroffen. Sie haben Versuchsreihen derart durchgeführt, daß sie kleine Mengen von in solchen Geräten gebräuchlichen Lagerölen den Ausdünstungen von Parfüms, Gehäusehölzern und Isolierlacken, wie sie für die Spulen elektrischer Geräte verwendet werden, unter sorgsamer Ausschaltung aller anderen Einflüsse aussetzten und die Änderung der Viskosität der Öle durch eine besondere Versuchsanordnung maßen. Zu diesem Zweck wurden in einem Wärmeschrank mit einer konstanten Temperatur von 35° Glasflaschen mit Stöpselverschluß derart angeordnet, daß wenige Tropfen des jeweils untersuchten Öles auf einer kleinen, chemisch neutralen Glasunterlage frei aufgehängt wurden, während am Boden der Flasche in einer erheblichen Entfernung die ausdünstenden Stoffe wie Lacke, Parfüms, Holzproben usw. angebracht waren, so daß also keine mechanische oder unmittelbare chemische Berührung möglich war, die Öle also nur durch die Ausdünstungen beeinflusst werden konnten. Die Ölproben standen mit einer am Glasverschluß angebrachten engen Kapillare in Verbindung, an die wahlweise eine mit Unterdruck arbeitende Saugvorrichtung anschließbar war. Aus der Zeit, in der das Öl jeweils in der Kapillare unter der Saugwirkung steigt, läßt sich die Viskosität ermitteln, die sich nach einiger Zeit der Einwirkung der Ausdünstungen z. T. stark veränderte.

Die untersuchten ausdünstenden Stoffe lassen sich in drei Gruppen teilen nach der Art ihrer Wirkung auf die Öle. Eine Gruppe, zu der z. B. auch Kunstharz-Isolierlack gehört, bewirkte keine wesentliche Veränderung der Viskosität. Die zweite Gruppe bewirkt eine ständige Erhöhung der Viskosität, darunter z. B. Terpentin, Kolophone, fettes Leinöl, Zimtaldehyde und verschiedene Gehäuseholzarten, eine dritte Gruppe, z. B. Kampfer und ähnliche, auch in Kunststoffen enthaltene Stoffe bewirkt eine ständige Herabsetzung der Viskosität. Bei Ersatz der

¹⁾ H. Stamm, Haltbarkeit der Uhrenöle, S. 1 bis 37, Bd. V der Schriftenreihe der Gesellschaft für Zeitmeßkunde und Uhrentechnik, Berlin 1933.

Glasunterlage für die Öle durch Metalle, entsprechend den praktischen Gebrauchsbedingungen, wurde die Veränderung so beschleunigt, daß in einigen Fällen schon nach zwei Monaten völlige Verdickung eintrat.

Wenn auch die Viskosität nicht die allein ausschlaggebende Eigenschaft für die Schmierfähigkeit und Haltbarkeit der Lageröle ist, so zeigen doch auch diese Versuche ebenso wie die von Stamm, daß in der Gerätefabrikation die Stoffauswahl nicht allein von mechanischen, elektrischen usw. Gesichtspunkten erfolgen darf, sondern auch dem Verhalten der Lageröle dabei Rechnung getragen werden muß. [P. Ditisheim, J. Suisse horloger. 6 (1938) H. 11 und 12, S. 33—43; 8 S., 10 Abb.] *Blz.*

Elektrische Antriebe.

621. 313. 323 + 621. 314. 652. 07 : 621. 34 **Betriebserfahrungen mit einem 300 kW-Thyratron-Motor für einen Lüfterantrieb.** — Von dem Motor, der bereits früher eingehend beschrieben wurde¹⁾, werden nunmehr Betriebserfahrungen berichtet. Es handelt sich um einen Motor für folgende Verhältnisse: 2300 V (Drehstrom), 60 Hz, 300 kW, 625—350 U/min.

Er hat im wesentlichen den Aufbau einer Synchronmaschine mit zwei in Stern geschalteten Wicklungen im Ständer und wird unmittelbar aus dem Netz über 18 einanodige Röhren für je 12,5 A Dauerstrom (75 A Höchststrom) gesteuert (Abb. 3).

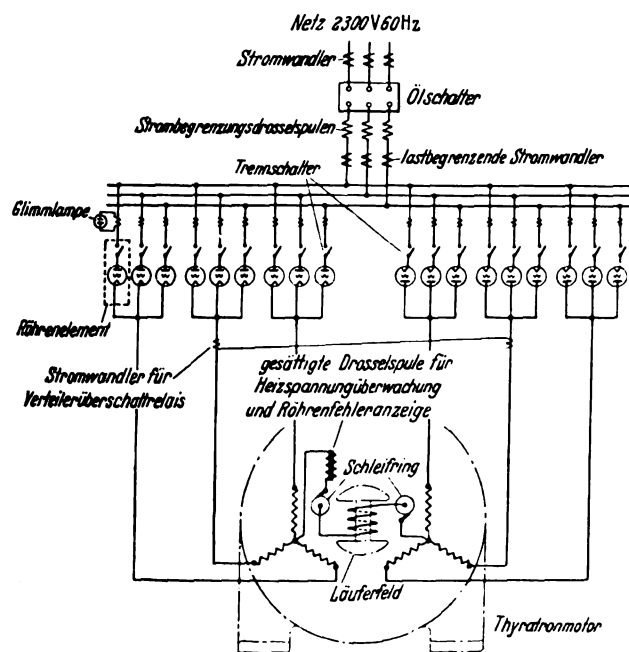


Abb. 3. Grundschialtung des Thyatron-Motor.

Jede Röhre ist im gemeinsamen Schrank in einer kleinen Zelle untergebracht, die auch unter Last ausgewechselt werden kann. Der Motor hat Hauptstromverhalten und ist in der Wirkungsweise einem Gleichstromreihenschlußmotor ähnlich, die Steuervorrichtung ist unmittelbar mit ihm gekuppelt. Die Temperatur der Röhren wird selbsttätig überwacht, im Winter ist zusätzliche Heizung erforderlich. Der Anfahrstrom beträgt das zweifache des Nennstroms. Die zahlreichen Verbindungsleitungen erfordern ein Aufstellen des Gleichrichterschrankes in der Nähe des Motors, was für die Kühlung der Gefäße nachteilig ist.

Der Motor stellt die Erstausrüstung eines Thyatron-Motors in den V. S. Amerika dar. Er befindet sich in regelmäßigem Betrieb seit etwa 1 1/4 Jahren und hat, abgesehen von einer größeren Anzahl kleinerer Störungen, zufriedenstellend gearbeitet. Die Hauptschwierigkeiten bestanden in den Röhren, von denen in 14 Monaten 20 ersetzt werden mußten. Der Motor arbeitet bei Ausfall von 6 Röhren auch noch einphasig bei verringerter Drehzahl. Abb. 4 zeigt die Kennwerte des Motors über der Drehzahl.

Der Motor hat im Aufbau Ähnlichkeit mit dem von Kern angegebenen²⁾, der ebenfalls mit zwei Wicklungen im Ständer arbeitet. Dadurch werden natürlich die Abmessungen wesent-

lich vergrößert. Anschaffungs- und Erhaltungskosten derartiger Motoren stellen für kleine und mittlere Leistungen die Wirtschaftlichkeit vielfach in Frage, wie auch der vorliegenden Arbeit zu entnehmen ist. Es scheint vielmehr, als ob dieses Gebiet, in Europa wenigstens, immer mehr von der Wechsel-

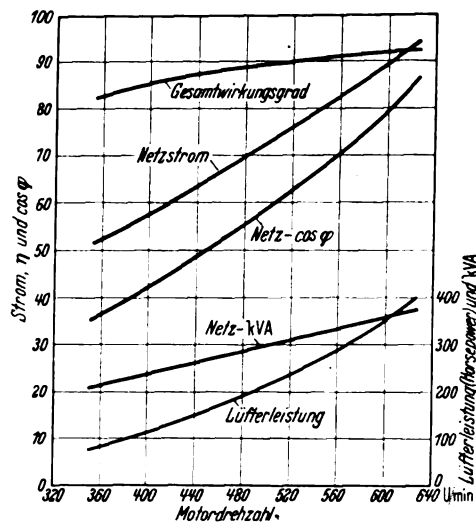


Abb. 4. Prüfkennwerte über der Drehzahl.

strom-Kommutatormaschine erobert wird, die sowohl als Nebenschluß- wie als Reihenschlußmaschine zunehmende Verbreitung gewinnt. [A. H. Beiler, Electr. Engng., Trans. Sect. 57 (1938) S. 19; 5 1/2 S., 8 Abb.] *H. H.*

Fernmeldetechnik.

537. 311. 3. 029. 5 : 621. 318. 4. 042. 15 **Hochfrequenzwiderstand von Massekernspulen.** — Unter Voraussetzung von einigen vereinfachenden Annahmen kann der Verlustwiderstand R_e der Wicklung einer Massekernspule gleich

$$R_e = R_0 \left(1 + \frac{\pi^4}{3} \frac{\lambda^4 f^2}{\rho^2} + \pi^4 \frac{\lambda^6 f^2}{\rho^2} H_s^2 \right)$$

gesetzt werden, wobei R_0 der Gleichstromwiderstand, λ der Leiterhalbmesser (cm), ρ der spez. Widerstand (abs. Einh.), f die Frequenz und H_s der Mittelwert der magnetischen Feldstärke im Wicklungsquerschnitt ist. Auch der Verlustwiderstand R_n des Kernes und der dielektrische Verlustwiderstand R_d können verhältnismäßig einfach ausgedrückt werden in der Form

$$R_n = \mu \pi f^2 L$$

und

$$R_d = (2 \pi)^2 f^2 L^2 C \delta \cdot 10^{-18},$$

wobei μ die Permeabilität, π ein Verlustfaktor, L die Selbstinduktivität der Spule (cm), C ihre Eigenkapazität (Farad) und δ der Verlustwinkel ist. Für den Gütefaktor

$$q = 2 \pi f L / (R_e + R_n + R_d)$$

kann somit eine Gleitung geschrieben werden, die zur Ableitung von einigen maßgebenden Beziehungen zwischen den verschiedenen Verlustwiderständen dienen kann. Es zeigt sich, daß die günstigste Verteilung der Verluste im Kupfer und im Eisen angenähert gleich $R_e/R_n = 5/3$ ist. Bei der günstigsten Frequenz einer gegebenen Spule soll der Gleichstromverlust gleich dem Kernverlust und der Widerstandserhöhung im Kupfer sein. Numerische Beispiele lassen erkennen, daß die unter einigen vereinfachenden Annahmen abgeleiteten Regeln dem berechneten Verlauf von q in Abhängigkeit von der Frequenz gut entsprechen und daß die Unsicherheit in der Bestimmung von H_s nur wenig Einfluß auf die Ergebnisse der Rechnung hat. [J. Hak, Rev. gén. Electr. 43 (1938) S. 35; 10 S., 5 Abb.] *eb.*

621. 396. 75 **Richtfunkbakensender für Flugplätze.** — Um eine Landung bei schlechter Sicht vorzunehmen, verwendet man Durchstoß-, ZZ- und Ultrakurzwellen-Landefunkfeuer-Verfahren. Das zuletzt genannte benutzt ein Ansteuerungsfunkfeuer derart, daß längs der über den Flugplatz laufenden Landungslinie ein Dauerton, links und rechts hiervon Punkte oder Striche gehört werden. Es bestehen mehrere Verfahren durch den geometrischen Aufbau der Luftleiteranlagen, eine solche Landungslinie mit getrenntem Punkt- und Strichbereich zu schaffen.

¹⁾ Vgl. Sporn u. Langdon, Thyatron Motor Applied, Electr. Wld., N. Y. 105 (1935) S. 35.

²⁾ Vgl. Kern, Der kommutatorlose Einphasen-Lokomotivmotor für 40 bis 60 Hz. Elektr. Bahnen 7 (1931) S. 313.

Legt man die Frequenz des Ansteuerungssenders in das Langwellengebiet, so hat man die Möglichkeit, mit dem an Bord befindlichen Empfänger die Signale des Ansteuerungssenders zu empfangen, muß aber gleichzeitig damit verschiedene Nachteile (atmosphärische Störungen, Störungen durch Nachbaransteuerungssender, beschränkte Auswahl von Frequenzen) in Kauf nehmen. Zwischenstaatlich ist man deshalb übereingekommen, ultrakurze Wellen zu verwenden und dem Ansteuerungsfunkfeuer eine Wellenlänge von 9 m und den zugehörigen Abstandsmarken (Vor- und Hauptflugzeichen) eine Wellenlänge von 7,9 m zu geben.

Um eine Symmetrie des Strahlungsdiagramms erhalten zu können, kommen verschiedene Antennensysteme in Betracht. Man kann einmal zwei Richtantennen aufstellen, die einen spitzen Winkel miteinander einschließen, und erhält so ein Strahlungsdiagramm, derart, daß im ersten und dritten Quadranten z. B. Punkte, im zweiten und vierten Striche gehört werden. Wird eine senkrechte Antenne mit zwei Reflektoren, die einen geeigneten Abstand von der Antenne besitzen, verwendet, so hört man im ersten und vierten Quadranten Striche, im zweiten und dritten Punkte. Bei einer Antennenanlage, die aus zwei senkrechten Luftleitern im Abstand einer Wellenlänge besteht, erhält man ein Strahlungsdiagramm in Form eines vierblättrigen Kleeblattes. Da dieses Diagramm aber nicht eindeutig ist (zwei Landungslinien besitzt), ist es nötig, zum Eindeutigmachen diesem Antennensystem eine Hilfsantenne hinzuzuordnen. Diese kann einmal aus einer U-Antenne bestehen, oder aber aus einem senkrechten Draht. Diese Hilfsantennen werden zwischen den beiden Dipolen aufgebaut. Durch Überlagerung der Strahlungscharakteristiken der beiden Antennen (Haupt- und Hilfsantennen) ist ein Eindeutigmachen der Landungslinie gewährleistet.

Für die Güte des Leitstrahls ist die Leitstrahlschärfe maßgebend. Bewegt sich das Flugzeug beim Anflug auf den Ansteuerungssender um einen bestimmten Betrag nach links oder rechts vom Leitstrahl weg, so muß durch den Stärkeunterschied der Punkte oder Striche eine einwandfreie Navigation möglich sein. Es hat sich herausgestellt, daß ein Feldstärkenunterschied Punkt/Strich = 1,7 noch wahrnehmbar ist. Aus der Forderung, daß der Ansteuerungssender nicht weiter als 30 km gehört werden soll, ergibt sich die Leistung des Senders. Diese beträgt z. B. bei dem beschriebenen Ultrakurzwellenbakensender (BRA 075/4) 60 W. Der Sender besitzt eine Oszillatorstufe, eine Endstufe für die Hilfsantennen, eine Phasenumkehrstufe für die Hauptantenne und einen Modulator. Als Antennensystem werden als Hauptantennen zwei vertikale Dipole (Abstand = λ) und als Hilfsantenne ein Rohr von einer halben Wellenlänge, das zu einem U mit einer Grundlinie von $\lambda/9$ gebogen ist, benutzt (jeder Schenkel ist dann kleiner als $\lambda/4$). Diese Hilfsantenne ist zwischen den beiden Vertikaldipolen aufgebaut. [P. Zijlstra, Philips techn. Rdsch. 2 (1937) S. 370; 7 S., 12 Abb.] O. K.

Theoretische Elektrotechnik.

621. 385. I. 015. 5 Zusammenbruch von Vakuumfunktrennstrecken. — Nach Versuchen von R. C. Mason ist für den Zusammenbruch einer Vakuumfunktrennstrecke eine ganz bestimmte Feldstärke an der Kathode erforderlich. Diese kritische Feldstärke von etwa 600 kV/cm ändert sich nicht merklich, wenn die Kathode geheizt wird, so daß eine thermische Elektronenemission auftritt. Bis zu Spannungen von 50 kV geben die Versuche auch keinen Anhalt dafür, daß das Elektronenbombardement der Anode eine merkliche Emission von positiven Ionen hervorruft, während dies nach Versuchen anderer Verfasser bei höheren Spannungen augenscheinlich eintritt. [R. C. Mason, Phys. Rev. 52 (1937) S. 126; 2 S., 1 Abb.] Br.

621. 385. I. 015. 1 Ausbreitung von Spannungswellen in Entladungsröhren. — L. B. Snoddy, J. R. Dietrich und J. W. Beams messen die Geschwindigkeit, mit der sich Spannungen von 75 bis 180 kV in langen mit trockener Luft gefüllten Entladungsröhren ausbreiten. Bei konstantem Druck ist die Geschwindigkeit annähernd eine lineare Funktion der angelegten Spannung. Mit wachsendem Druck wächst die Geschwindigkeit, besonders steil im Gebiet von 0,02 bis 0,2 mm. Bei verhältnismäßig hohem Druck wird die Geschwindigkeit wieder kleiner; gleichzeitig wird die Wellenform stark verändert. Der Ausgangswelle folgt sofort vom geerdeten Ende aus eine zurücklaufende Welle, deren Geschwindigkeit etwa 10^{-10} cm/s ist, unabhängig vom Durchmesser der Röhre. Die Leucht-

erscheinung in der Röhre pflanzt sich mit derselben Geschwindigkeit wie die Spannungswelle fort. [L. B. Snoddy, J. R. Dietrich und J. W. Beams, Phys. Rev. 52 (1937) S. 739; 8 S., 9 Abb.] Wbr.

537. 56 Sehr kurze Zeiten der Funkenverzögerung. — M. Newman ordnet längs einer elektrischen Leitung zehn Spannungsmesser an, die kurze positive Spannungsschöße aufzeichnen, aber auf negative Spannungsschöße nicht ansprechen. Es wird dann dem einen Ende der Leitung ein kurzer positiver Spannungsschöß aufgebracht, während gleichzeitig an das andere Ende eine stärkere negative Spannung gelegt wird. Wenn keine der beiden Spannungswellen eine Verzögerung erfährt, so treffen sie in der Mitte der Leitung zusammen und die Spannungsmesser der einen Hälfte der Leitung sprechen an. Wird nun in die Seite des positiven Spannungsschößes eine Funkenstrecke eingeschaltet, so erfährt diese Welle eine Verzögerung. Der Treffpunkt der Wellen ist nach dieser Seite hin verschoben und es sprechen weniger Spannungsmesser an. Aus der Zahl der noch ansprechenden Spannungsmesser, ihrem Abstand und der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Welle läßt sich die Größe der Verzögerung berechnen. Es lassen sich so noch Zeiten von 10^{-8} bis 10^{-9} s messen. Wird die Funkenstrecke mit starkem ultraviolettem Licht bestrahlt, so sind die Verzögerungen nur von der an die Funkenstrecke gelegten Überspannung abhängig, ohne daß eine untere Grenze besteht. [M. Newman, Phys. Rev. 52 (1937) S. 652; 3 S., 3 Abb.] Br.

Physik.

535. 24-3 Technische Ausführung einer Lichtquelle mit gleichbleibender Energie im Bereich sichtbarer Wellenlängen. — Eine Lichtquelle für spektralphotometrische Arbeiten, die im Bereich der Wellenlängen von 460 bis 660 m μ eine auf $\pm 12\%$ gleichbleibende Strahlungsintensität besitzt, wird beschrieben. Insbesondere wird diese Einheit hergestellt für Untersuchungen über die spektrale Intensitätsverteilung von Leuchtschirmen, Lichtquellen sowie über die spektrale Empfindlichkeitsverteilung von photoelektrischen, farbphotographischen und normalen photographischen Schichten.

Das Grundsätzliche der Lampe beruht darauf, daß ein aus mehreren spektralen Komponenten zusammengesetzter Leuchtschirm von einer U.V.-Lichtquelle erregt wird.

Der benutzte Schirm der Lichtquelle besitzt sieben Komponenten, deren Strahlungsschwerpunkte so über den Bereich des sichtbaren Lichtes verteilt und deren Gewichtsanteile so abgeglichen sind, daß bei dem beschriebenen Küvettenschirm die oben erwähnte, geringe Wellenlängenabhängigkeit der Strahlungsintensität besteht. Ein mit dem Lampengehäuse vereinigt Luxmeter gestattet in Verbindung mit einer elektrischen Regeleinheit das Aufrechterhalten auch zeitlich gleichbleibender Intensität. Die Lichtquelle ist für die Verwendung auf der optischen Bank eingerichtet und kann nach Auswechseln eines Einsatzes auch für normale Lumineszenz-Untersuchungen benutzt werden. [M. v. Ardenne, Z. techn. Phys. 19 (1938) S. 41; 2 1/2 S., 4 Abb.] eb.

621. 317. 754 Ein Elektronenmikroskop zum Studium thermischer und sekundärer Elektronenemission. — Die Konstruktion eines magnetischen Elektronenmikroskopes für die Beobachtung von an der gleichen Oberfläche thermisch emittierten und sekundär emittierten Elektronen wird beschrieben. Die Bauart entspricht einer der ältesten Anordnungen nach Knoll und Ruska. Hervorzuheben ist lediglich die in der Arbeit beschriebene Objektanordnung, bei der die untersuchten Objekte (hauptsächlich Metallgitter) wahlweise durch eine Art Heitzisch zu thermischer Elektronenemission oder mit Hilfe einer vor dem Objekt angeordneten Ringkathode zu sekundärer Elektronenemission gebracht werden können. Im Interesse kleiner Geschwindigkeitsstreuung der sekundär emittierten Elektronen beträgt die Beschleunigungsspannung bei der beleuchtenden Elektronenquelle nur wenige hundert Volt. Das Ziel einer scharfen Abbildung durch Kleinhalten des chromatischen Abbildungsfehlers wird jedoch vom Verfasser nicht erreicht, da die Hauptanodenspannung des Instrumentes mit 2200 V nicht genügend groß ist gegenüber der Geschwindigkeitsstreuung der vom Objekt abgehenden Elektronen. Es ist daher verständlich, daß die in der Arbeit enthaltenen Bilder selbst bei den benutzten, sehr kleinen Vergrößerungen (75mal) recht unscharf sind. [E. Meschter, Rev. sci. Instrum. 9 (1938) S. 12; 3 S., 7 Abb.] M. v. A.

VERBANDSTEIL

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernsprecher: 30 06 31. — Postscheckkonto: Berlin 213 12.
Postscheckkonto für Mitgliedsbeiträge: Berlin 1810 00.

Zur Beachtung!

40. Mitgliederversammlung des VDE in Köln a. Rh. vom 22. bis 25. Mai 1938.

(Anmeldungen zur Mitgliederversammlung
bis zum 25. April.)

Für Anmeldungen nach dem 25. April 1938 muß wegen
der dadurch hervorgerufenen Mehrarbeit ein Unkosten-
zuschlag von RM 3,— je Teilnehmerheft erhoben werden.

Die Einladung nebst Anmeldeformular zu unserer Mit-
gliederversammlung lag Heft 13 vom 31. 3. 1938 bei.

Außerdem ist das ausführliche Programm in der ETZ
Heft 12 vom 24. 3. 1938 Seite 323 veröffentlicht.

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Der Geschäftsführer:

Blendermann

Aus den VDE-Bezirken.

Bezirk Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein E. V.

(Gegründet 1879)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 IV, VDE-Haus.
Fernsprecher: 34 88 85. — Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Fachversammlung in Frankfurt a. d. O.

am Montag, dem 25. April 1938, 20⁰⁰, im Nürnberger Hof,
Fürstenwalder Str. 60.

Vortrag

des Herrn Oberingenieur Dipl.-Ing. G. Kramm, Berlin, über
das Thema:

„Der Entwicklungsstand in Physik und Technik
neuzeitlicher Photozellen“.

Eintritt frei.

Bezirksversammlung

am Dienstag, dem 26. April 1938, 20⁰⁰, im Großen Hörsaal
des Physikalischen Instituts der Technischen Hochschule zu
Charlottenburg, Kurfürstenallee 20—22.

Tagesordnung:

1. Geschäftliche Mitteilungen.
2. Bericht der Rechnungsprüfer über die Prüfung der
Rechnungsführung für das Geschäftsjahr 1937.
3. Ermächtigung des Vorstandes zur Vornahme von Satzungs-
änderungen.
4. Kurze Mitteilung des Herrn Professor Dipl.-Ing. A. Mat-
thias VDE, Berlin, über „Einrichtungen und Auf-
gaben des Hochspannungsinstitutes Babelsberg
der Technischen Hochschule Berlin“.
5. Vortrag des Herrn cand. med. F. Krause, Berlin, über
das Thema:

„Neuere Anwendungen des Elektronenmikroskopes“.

Eintritt und Kleiderablage frei.

Fachversammlung

des Fachgebietes „Funktechnik und Verstärkertechnik“.

Leiter: Professor Dr. phil. H. Fassbender VDE.

Vortrag

des Herrn Oberingenieur W. Buschbeck, Berlin, am Donners-
tag, dem 28. April 1938, um 20⁰⁰, in der Technischen Hoch-
schule, Charlottenburg, Hörsaal HG 25, über das Thema:

„Einige Spezialprobleme des Senderbaues“

Eintritt und Kleiderablage frei.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Die nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um
18⁰⁰ im Jungingenieurzimmer des VDE-Hauses, Charlottenburg,
Bismarckstraße 33, statt. Die Teilnahme ist frei. VDE-Mit-
gliedschaft ist nicht Bedingung.

Elektromaschinenbau. Leiter: Ingenieur K. Bätz VDE.

25. 4. 1938 Vortragsreihe: Sonderausführungen elektrischer Maschinen. 5. Abend:
„Geschützte Maschinen für Bergbau und explosionsgefährdete Räume“,
Vortragender: Ingenieur B. Kröger.

Fernmeldetechnik. Leiter: Obering. Dipl.-Ing. K. Wagner VDE.

26. 4. 1938 „Das deutsche Fernschreibnetz“, Vortragender: Dipl.-Ing. H. Fülling.

Industrieanlagen. Leiter: Dr.-Ing. R. v. Meibom VDE.

28. 4. 1938, 13⁰⁰. Besichtigung. Fernmündliche Anmeldung erforderlich
unter Ruf: 34 00 11/26 07.

Elektrophysik. Leiter: Dr.-Ing. F. Hauffe VDE.

28. 4. 1938 Vortragsreihe: Physik und Technik der Trockenplatten-Gleichrichter.
2. Abend: „Kupferoxydulgleichrichter“. Vortragender: Dr. Waibel.

VDE Bezirk Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein E. V.

Der Geschäftsführer:

Burghoff

Bezirk Nordhessen.

Über „Moderne Wege der elektrischen Licht-
erzeugung“ sprach am 11. 2. 1938 in Köln Herr Fritz Ernst.
— Die Erzeugung von Licht, also das Zustandekommen elektro-
magnetischer Schwingungen bestimmter Wellenlängen, kann
auf zweierlei Wegen erreicht werden. Der erste ist der, feste oder
flüssige Körper bei hohen Temperaturen zu erhitzen (Kienspan,
Kerzen, Petroleumlampe, Glühlampe). Die zweite Art der
Lichterzeugung beruht auf einer sogen. Anregung von Gasen,
bei der die in einem Entladungsgefäß befindlichen Gase (Stick-
stoff, Helium, Neon, Argon, Natrium- und Quecksilberdampf)
zum Leuchten gebracht werden. Die ersten Gasentladungs-
lampen besaßen gewöhnliche Blechelektroden und mußten
wegen dem dabei auftretenden starken Kathodenfall an Hoch-
spannung betrieben werden. Durch die Entdeckung der Oxyd-
Elektrode gelang es schließlich, Gasentladungslampen für 220 V
zu bauen. Die für beleuchtungstechnische Zwecke heute haupt-
sächlich verwendeten Gasentladungslampen sind die Natrium-
dampf- und Quecksilberdampflampen. Während die Tem-
peraturstrahler (z. B. Glühlampen) ein kontinuierliches
Spektrum besitzen, weisen die Gasentladungslampen ein
diskontinuierliches, ein Linien-Spektrum auf. Der Betrieb der
heutigen Metaldampflampen ist vorläufig nur an Wechselstrom
wirtschaftlich. Da alle Gasentladungslampen eine fallende
Stromspannungs-Kennlinie haben, ist die Vorschaltung eines
Widerstandes (Drosselspule) erforderlich. Die durch die Drossel-
spule bedingte Verschiebung zwischen Strom und Spannung
ist so gering, daß sie praktisch ohne Bedeutung ist. Die Licht-
ausbeute der neuen Lampen beträgt bis zu 400 % gegenüber
Glühlampen gleicher Leistungsaufnahme. Die Lichtfarbe der
Natriumdampf- und Quecksilberdampflampen ist ausge-
sprochen einfarbig, was aber, wie die Praxis gezeigt hat, nicht
störend, sondern im Gegenteil von Vorteil sein kann. Wie
praktische und Laboratoriumsversuche erwiesen haben, wird
im Licht dieser Metaldampflampen die Schärfe des Auges
um bis zu 20 % gegenüber Glühlampen-Beleuchtung erhöht,
so daß man z. B. feine Risse und Oberflächenfehler in Metallen
besser erkennen kann. In manchen Fällen, wo es erforderlich
erscheint, die Gegenstände, ähnlich wie bei Tageslicht, in Er-
scheinung treten zu lassen, ist die Verwendung von Mischlicht
notwendig. Mischlicht ist eine Kombination von Quecksilber-
dampf- und Glühlampen in einer Leuchte. — Durch die vorteil-
haften Eigenschaften haben sich die Metaldampflampen schon
weitgehend in der Praxis eingeführt. Eine Auswahl von An-
wendungsbeispielen aus der Metallindustrie, Textilindustrie,
der Straßenbeleuchtung usw. wurden im Lichtbild vor-
geführt.

Sitzungskalender.

VDE, Bezirk Bergisch-Land, Wuppertal. 26. 4. (Di), 20¹⁵, Saal der Technik: „Die zwangsläufige und überstromfreie Anschließbarkeit des Kurzschlußankermotors durch einen neuen Anlasser“ (m. Lichtb. und prakt. Vorführ.). Dipl.-Ing. Obermoser. Anschl. Filmvorführung.

VDE, Bezirk Danzig. 25. 4. (Mo), 20⁰⁰, T. H.: „Die Bedeutung der Städtischen Werke in der Energiewirtschaft Danzigs“ (m. Lichtb.). Dir. Dipl.-Ing. Sonntag VDE.

VDE, Bezirk Hansa, Hamburg. 27. 4. (Mi), 20⁰⁰, Technische Staatslehranstalten: „Fernmeldetechnische Hilfsmittel in der Luftfahrt“ (m. Lichtb.). Reg.-Baurat Friedrich.

VDE, Bezirk Niedersachsen, Stützpunkt Wilhelmshaven. 26. 4. (Di), 20¹⁵, Kurhaus im Park: „Festigkeit und Verschleiß im Niederspannungsschaltgerätebau“. Dir. H. Franken VDE.

VDE, Bezirk Nordbayern, Nürnberg. 22. 4. (Fr), 20⁰⁰, Städtische Werke: „Neuzeitliche Überstrom-Zeitrelais und ihre Anwendung“ (m. Lichtb.). Obering. Parschalk.

VDE, Bezirk Ostachsen, Dresden. 28. 4. (Do), 20⁰⁰, El. Inst. der T. H.: „Notstrom-Aggregate“. Dipl.-Ing. A. Burschel VDE.

VDE, Bezirk Saar, Saarbrücken. 27. 4. (Mi), 20⁰⁰, Handwerkskammer: „Aus Theorie und Praxis des Niederspannungs-Schalterbaues“ (m. Lichtb.). Dr.-Ing. D. Müller-Hillebrand VDE.

VDE, Bezirk Südsachsen, Stützpunkt Plauen (in Gemeinschaft mit dem NSBDT). 25. 4. (Mo), 20¹⁵, Ratskeller: „Neuzeitliche Beleuchtung der Bühne und ihre technische Einrichtung“ (m. Lichtb. u. Filmen). Obering. Paetow.

VDE, Bezirk Württemberg, Stuttgart. 28. 4. (Do), 20⁰⁰, El. Inst.: „Der Stromrichter und seine Anwendung“. Dr.-Ing. Kübler VDE.

VDE, Bezirk Südbaden, Freiburg i. Br. 26. 4. (Di), 20¹⁵, Freiburger Hof: „Der Kraftwerksbau im Zeichen der Sparstoffwirtschaft“ (m. Lichtb.). Obering. Kaspar.

VERSCHIEDENES.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

O. Krell †. — Am 25. März starb im 72. Lebensjahr Herr Dr.-Ing. E. h. Otto Krell, dessen Name mit der Einführung der Elektrotechnik in den Schiffbau eng verknüpft ist. In Petersburg, wo er geboren wurde, und in Nürnberg besuchte Otto Krell das Gymnasium und studierte darauf an der T. H. München Maschinenbau. Durch die Freundschaft seines Vaters mit Sigmund Schuckert erhielt der junge Krell seine erste Anstellung als Elektrotechniker bei Schuckert & Co. in Nürnberg, siedelte jedoch bei der Gründung der Siemens-Schuckertwerke nach Berlin über, wo ihm die Leitung der Kriegs- und Schiffbautechnischen Abteilung übertragen wurde. Auf diesem Gebiete hat Otto Krell auf Grund seiner hervorragenden konstruktiven Begabung wegbereitend gewirkt¹⁾. Als Konstrukteur des Siemens-Schuckert-Luftschiffes wurde sein Name zum ersten Male der breiten Öffentlichkeit bekannt. Auch die Anregung zum Bau der drehbaren Luftschiffhalle, wie sie beim Ausbau des Frankfurter Luftschiffhafens Bedeutung erhielt, stammt von ihm. Seine Berufung in den Vorstand der Siemens-Schuckertwerke, die Erteilung eines Lehrauftrages an der T. H. Berlin und seine Promovierung zum Dr.-Ing. E. h. durch die T. H. Darmstadt waren äußere Zeichen der Anerkennung für die vielseitige schöpferische Betätigung Otto Krells, der es auch stets verstand, über sein eigenes Fachgebiet hinaus mit Wissenschaft und Kunst in enger Berührung zu bleiben.



O. Krell †.

Jubiläum. — Am 22. 4. 1938 beging Herr Dir. Dipl.-Ing. Ludwig Neuber sein 25jähriges Dienstjubiläum im Konzern der Elektrizitäts-Lieferungs-Gesellschaft. Herr Neuber ist am 10. 9. 1887 zu Berlin geboren, studierte an der T. H. Berlin und arbeitete dann, durch Kriegsdienst (1915—1918) unterbrochen, bei der AEG und beim F.W. Obererzgebirg. 1920 wurde er von der ELG-Hauptverwaltung übernommen, der er — seit August 1927 als Prokurist, seit Juli 1934 als stellvertretendes Vorstandsmitglied — auch heute noch sein großes fachliches Können widmet.

¹⁾ Aufsätze: Otto Krell, ETZ 24 (1903) S. 287; 36 (1915) S. 400; 47 (1920) S. 45.

BUCHBESPRECHUNGEN.

621. 394/5. 001. 1

Einführung in die Vierpoltheorie der elektrischen Nachrichtentechnik. Von Prof. Dr. R. Feldtkeller. (Physik und Technik der Gegenwart. Von Prof. Dr. H. Fassbender. Bd. 2.) Mit 85 Abb., IX u. 142 S. im Format 155 × 235 mm. Verlag von S. Hirzel, Leipzig 1937. Preis geh. 8,80 RM, geb. 10 RM.

Das Buch füllt eine besonders in den letzten Jahren sehr fühlbar gewordene Lücke in dem Schrifttum über Grundlagen der Fernmeldetechnik aus; es gab bisher in deutscher Sprache noch keine zusammenfassende Darstellung. Der Verfasser hat bekanntlich selbst wichtige Beiträge zu den hierher gehörigen Grunderkenntnissen geliefert. Dementsprechend ist das Büchlein sehr klar und übersichtlich ausgefallen.

Es behandelt die Theorie der linearen Vierpole bei fester Frequenz. In dieser Abgrenzung ist die vorgetragene Theorie in zweckmäßiger Fassung, wie der Verfasser selbst in seiner Einleitung sagt, Grundlage der Theorie der Netzwerke, der Siebschaltungen, der Übertrager, der Leitungen und mancher anderer technischer Gebilde. Das Büchlein nennt sich zwar bescheiden „Einführung“, geht aber trotzdem ziemlich weit, so daß die wichtigsten Sätze wohl ziemlich lückenlos behandelt sein dürften. Nach einem kurzen Absatz, der einige Grundlagen behandelt, folgt zuerst ein den linearen unsymmetrischen Vierpolen gewidmeter Teil. Hier besticht die überaus anschauliche Sprache, die immer an physikalische Vorstellungen anknüpft. Dem Berichterstatter fällt auf, daß hier und übrigens auch in den späteren Teilen kein Gebrauch von der graphischen Darstellung des komplexen Sinus und Tangens gemacht wird, was nach seiner Meinung eine noch einfachere und für numerische Rechnungen geeignetere Darstellung ermöglichen würde. Freilich ist dem Verfasser zuzugeben, daß seine Darstellung vielleicht physikalisch durchsichtiger ist. Ein weiterer Teil behandelt die symmetrischen Vierpole ohne Verluste und hier insbesondere Konstruktionen zur Beurteilung des Eingangsecheinwiderstandes und der Betriebsdämpfung, wohlgernekt aber alles bei fester Frequenz, so daß sich hierdurch eine Abgrenzung gegenüber der Theorie der Siebschaltungen ergibt. Die nächsten beiden Absätze behandeln den unsymmetrischen Vierpol und zwar der erste von ihnen in mehr einführender Weise und beschränkt auf solche Vierpole, für die der Kirchhoffsche Umkehrungssatz gilt; der zweite von ihnen dagegen die allgemeine Theorie und ohne die genannte Beschränkung. In diesem letzteren Absatz werden die formalen Beziehungen unter weitgehender Benützung der Rechnung mit Matrizen hergeleitet und zusammengestellt. Notwendigerweise trägt er formalen Charakter wie die übrigen Absätze. Der letzte Abschnitt schließlich liefert die Anwendung der allgemeinen Theorie auf einfache Netzwerkbeispiele, unter denen sowohl solche enthalten sind, für die der Umkehrungssatz gilt, wie solche, bei denen dies nicht der Fall ist, wie z. B. bei dem einseitig wirkenden Verstärker.

Das Studium des Buches kann jedem, der sich mit Übertragungstechnischen Fragen befassen will, nur auf das Wärmste empfohlen werden.

H. Piloty VDE.

621. 357

Galvanotechnik (Galvanostegie und Galvanoplastik). Von H. Krause. 8. verbess. Aufl. Mit 21 Abb., VIII u. 275 S. im Format A 5. Verlag Dr. Max Jänecke, Leipzig 1937. Preis kart. 5,40 RM.

Die Tatsache, daß von dem bekannten Werk nunmehr bereits die 8. Auflage erschienen ist, beweist, daß dieses recht nützliche Buch in dem in Betracht kommenden Leserkreis erfreulichen Anklang gefunden hat. Gegenüber den früheren Auflagen sind einige Ergänzungen aufgenommen worden, die Neuerungen auf den Gebieten der Erzeugung glänzender Metallüberzüge, der Abscheidung galvanischer Überzüge auf Aluminium, der anodischen Oxydation von Leichtmetall und der elektrolytischen Metallfärbung betreffen. Die anodische Oxydation von Leichtmetall, welche bekanntlich in den letzten Jahren besondere technische Bedeutung gewonnen hat, wird im Kapitel „Elektrolytische Metallfärbung“ behandelt. Es wird sich vielleicht empfehlen, diesem Gebiet in der nächsten Auflage einen besonderen Abschnitt einzuräumen, zumal in der Praxis der Gesichtspunkt des Schutzes vor Korrosion und mechanischem Angriff durch oxydische Überzüge heute noch größere Bedeutung besitzt als die Möglichkeit der Färbung.

Der Verfasser ist in der neuen Auflage seines Werkes seiner Aufgabe treu geblieben, in erster Linie dem Praktiker zu dienen. Theoretische Grundlagen werden nur so weit erörtert, als sie zum Verständnis unbedingt erforderlich sind. Des Werk kann den interessierten Technikern zur Anschaffung bestens empfohlen werden.

Hellmut Fischer.

621. 396

Einführung in die Funktechnik. Verstärkung, Empfang, Sendung. Von Dipl.-Ing. Dr. techn. Fr. Benz. Mit 443 Abb., XV u. 411 S. im Format 160 × 240 mm. Verlag von Julius Springer, Wien 1937. Preis geh. 15 RM, geb. 16,80 RM.

Dieses Buch reiht sich gut in die Vielzahl ähnlicher Werke ein, die das große Gebiet der Funktechnik auf grundsätzlich gleiche Weise umfassend behandeln. Im ersten Abschnitt bringt das Buch allgemeine Grundlagen, worunter z. B. die Stromquellen, das Rechnen mit komplexen Zahlen, die Gesetze der Wechselstromtechnik, die elektrischen Wellen und die Werkstoffe der Funktechnik behandelt sind. Im zweiten Abschnitt werden die Röhren verhältnismäßig kurz besprochen. Der Verfasser vermeidet es hierbei, tiefer auf die neueren Erkenntnisse und Forschungen einzugehen, um das Buch damit nicht zu sehr zu belasten. Der dritte Abschnitt bringt das Wichtigste über den Niederfrequenzverstärker und die Elektroakustik. Im vierten Abschnitt werden die einzelnen Stufen und Schaltungsteile der Empfänger beschrieben sowie einige praktisch ausgeführte Schaltungen besprochen. Der fünfte Abschnitt bringt eine lesenswerte Abhandlung über die Sender und das Aussenden der elektrischen Wellen.

Sämtliche Abschnitte enthalten sehr viele Einzelheiten, deren Besprechung durch klare Abbildungen und gut gewählte Schriftumsangaben wesentliche Unterstützungen findet. Viele, recht geschickte Erklärungen und die gut durchgearbeiteten Zahlenbeispiele sowie das Bestreben des Verfassers, die Leser eingehend zu belehren, gründen sich auf dessen langjährige Unterrichtstätigkeit an der Versuchsanstalt für Radiotechnik in Wien. Der Verfasser macht — offenbar auf Grund seiner Lehrerfahrungen — von mathematischen Entwicklungen durchschnittlich nur in bescheidenem Maße Gebrauch. Daß er dennoch die elektrischen Leitungen mit Differentialgleichungen behandelt und die Ausbreitung der elektrischen Wellen unmittelbar auf die Maxwell'schen Gleichungen gründet, braucht den in solchen Ableitungen ungeübten Leser kaum zu stören, da diese Teile des Buches wenig umfangreich sind und notfalls überschlagen werden können.

Das Buch wird vor allem für solche Studierenden, die eine höhere Schule vollständig durchgemacht haben, eine willkommene Einführung in die Funktechnik darstellen. Besonders wertvoll sind dem Leser die guten Zahlenbeispiele, auf die ich deshalb noch einmal hinweisen möchte. F. Bergtold VDE.

537 + 538

Electricité et Magnétisme. Von G. Jochmans und F. Descans. Mit zahlr. Abb. u. 416 S. im Format 160 × 245 mm. Verlag A. de Boeck, Brüssel, und Ch. Béranger, Paris 1937. Preis 150 Frs.

Das Buch dient als Einführung in die Theorie der Elektrizität und des Magnetismus für die Studierenden der Elektrotechnik an der freien Universität Brüssel. Das Stoffgebiet ist in zwei Hauptabschnitte aufgeteilt, von denen der erste die all-

gemeinen Grundlagen der Theorie und der zweite ihre Anwendungen bringt. Im einzelnen werden im ersten Teil die Elektrostatik, die Magnetostatik, die Elektrokinetik, die Theorie des Magnetismus und die elektromagnetische Induktion behandelt. In einem Anhang werden die Gleichungen von Lagrange und von Maxwell erläutert und ihre Bedeutung für die Mechanik und Elektrizitätslehre dargestellt. Der zweite Teil befaßt sich mit den quasistationären Vorgängen auf Leitungen mit der Theorie der elektrischen Wellen, der Elektrooptik und dem Hertz'schen Dipol.

Das Buch unterscheidet sich von deutschen Schriften, die sich die gleiche Aufgabe gestellt haben, durch eine sehr viel weitergehende Betonung der Mathematik. Es wird für viele von Interesse sein, die sich mit den Methoden des elektrotechnischen Unterrichts im Ausland befassen.

K. Pohlhausen VDE.

621. 316. 9. 025

Automatic protection of a. c. circuits. Von G. W. Stubbings. 2. Aufl. Mit 210 Abb., VIII u. 311 S. im Format 150 × 225 mm. Verlag Chapman & Hall Ltd., London 1938. Preis geb. 15 s.

Die erste Auflage wurde in der ETZ 56 (1935) S. 1036 ausführlich besprochen. Da die soeben erschienene zweite Auflage sich nach Inhalt und Umfang kaum von der ersten unterscheidet, so gilt auch heute noch das, was in der seinerzeitigen Besprechung angegeben worden ist.

Die klare und einfache Sprache, die übersichtliche Gruppierung des Stoffes und seine einprägsame Behandlung erleichtern dem Leser, dem das Gebiet fremd ist, in die Materie einzudringen und sich schnell einen Überblick zu verschaffen. Demgegenüber wird der Fachmann bedauern, daß auf die lebhaft entwickelte Schutzsysteme in den letzten Jahren gar nicht eingegangen ist. Das mag darauf beruhen, daß seit der Erstellung des englischen Hochspannungsnetzes (Grid) und der damals erfolgten Wahl der zu verwendenden Schutzeinrichtungen ihre Entwicklung in England nur unauffällig weitergegangen zu sein scheint; so sind z. B. wichtigere Veröffentlichungen seit 1932 im englischen Schrifttum nicht mehr erschienen. (Verzeichnis am Schluß des Buches.) Probleme, wie das Verhalten der Schutzsysteme bei Stabilitätsstörungen, das Arbeiten schnellschaltender Schutzsysteme, die Sparschaltungen — die auch in Netzen mit Sternpunktserdung verwendet werden — sind gar nicht behandelt, obwohl sie heute für den Relais-Fachmann schon zum festen Bestand seines Wissens gehören. Nichtenglische Relais sind nur in einer Form beschrieben, in der sie sich vor 10 Jahren befanden.

Wenn auch das Buch demnach wenig enthält, was das Interesse des Fachmannes erwecken könnte, so ist es doch als Einführung für den jungen Ingenieur — vornehmlich denjenigen, der sich mit der englischen Praxis zu beschäftigen hat — ein ausgezeichnetes Hilfsmittel.

Robert Schimpf VDE.

628. 9

Beleuchtungstechnik. Planung und Entwurf von Beleuchtungsanlagen. Von Dr. Erich Meyer. Mit 140 Abb., VIII u. 204 S. im Format 145 × 220 mm. Verlag Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig 1938. Preis kart. 10 RM, geb. 12 RM.

Das Buch behandelt auf 200 Seiten mit 140 Abbildungen die Grundlagen des Entwurfs von Beleuchtungsanlagen. Um den umfangreichen Stoff in diesen Rahmen einordnen zu können, bedurfte es einer straffen Zusammenfassung des Stoffes unter Weglassung bzw. starker Kürzung alles Nebensächlichen. Das ist dem Verfasser auch gelungen, nicht zuletzt infolge seiner etwas eigenwilligen, von dem Gewohnten abweichenden Darstellung.

Der Inhalt des Buches zerfällt in 3 Hauptteile: A. Allgemeine Beleuchtungstechnik, in dem die physikalischen sowie licht- und beleuchtungstechnischen Grundlagen behandelt werden, B. Technische Mittel, ein Abschnitt, in dem kurz über Lichtmessung, Baustoffe, Lichtquellen und Geleuchte berichtet wird, und den Hauptteil C. Planung und Entwurf von Beleuchtungsanlagen. Dieser Hauptteil bringt die Unterlagen über Tageslicht-Beleuchtung, Raumbeleuchtung mit künstlichem Licht, Arbeitsplatz-, Hallen- und Straßenbeleuchtung und schließt mit einem Abschnitt über Schönheit der Beleuchtung.

Es ist bei einem so selbständigen Buch nicht zu vermeiden, daß der fachlich beschlagene Leser gelegentlich von der einen oder anderen Formulierung innerlich etwas abrückt, beispielsweise bei der Einführung in die Grundgrößen der Lichttechnik, in der bei der Ableitung der Lichtstärke vielleicht nachdrücklicher auf die begrenzte Gültigkeit des Lichtstärkebegriffs hätte

hingewiesen werden können. Die „Leuchtdichte“ rechnet der Verfasser nicht zu den physikalischen, auch nicht zu den beleuchtungstechnischen, sondern zu den lichttechnischen Grundlagen und bringt sie in einem Kapitel mit Lichtverteilung, Zonenlichtstrom, Reflexion, Absorption und Durchlassung. Er vermeidet außerdem Fremdwörter in einem Maße, das dem Besprecher zu weitgehend erscheint, zumal es sich dabei teilweise um Bezeichnungen handelt, die in den Normblättern festgelegt sind.

Das Buch ist in erster Linie zur Einführung für den Anfänger gedacht, eignet sich aber mehr für den Fachmann, dem es eine Fülle von Anregungen vermittelt, nicht zuletzt durch die geschickte Auswahl neuartiger Beispiele in Bild und Zahl.

A. Dresler.

EINGÄNGE.

[Ausführliche Besprechung vorbehalten.]

Bücher.

Bastelbuch. Praktische Anleitungen für den Bastler und Rundfunktechniker. Von F. Bergtold und E. Schwandt. 3. erweit. u. umgearb. Aufl. des Buches „Basteln — aber nur so“. Mit zahlr. Abb., Tabellen und Schaltungsbeschreibungen u. 198 S. im Format A 5. Verlag der G. Franz'schen Buchdruckerei G. Emil Mayer, München 1938. Preis kart. 4,70 RM, geb. 6 RM.

[In dem anregend geschriebenen Buch findet der Leser zunächst das Notwendige über das Werkzeug des Bastlers. Dann folgen die elektrotechnischen Zusammenhänge nebst Wirkungsweise der Einzelteile und Röhren und anschließend eine ausführliche Besprechung erprobter Schaltungen aller Gerätegrößen. Wenn der Empfänger versagt, gibt ein besonderer Abschnitt über die systematische Fehlersuche Aufschluß. Antennen, Zusatzgeräte, Netzanoden und Störerschutz beschließen das Buch. Die beiden Verfasser wollen den Bastler über den bloßen Nachbau von Empfängern hinaus zu eigener schöpferischer Basteltätigkeit anregen.]

Handbuch der Lichttechnik. Herausg. von R. Sewig. 1. Teil: Grundlagen. Lichtquellen. Lichtmessung. Baustoffe. 2. Teil: Beleuchtungstechnik. Mit 1204 Abb. u. 59 Tabellen im Anhang, XVIII, VIII u. 1056 S. im Format B 5. Verlag Julius Springer, Berlin 1938. Preis geh. 123 RM, geb. 129 RM.

Elektromotorische Antriebe. Grundlagen für die Berechnung. Von Prof. Dr.-Ing. A. Schwaiger. 2. Neubearb. Aufl. Mit 32 Abb. u. 102 S. im Format 110×160 mm. Verlag W. de Gruyter & Co., Berlin u. Leipzig 1938. Preis geb. 1,62 RM.

Physik und Technik der Gegenwart. Herausg. von Prof. Dr. H. Faßbender. Bd. 3: Hochfrequenz-Meßtechnik. Von O. Oering. Dr.-Ing. O. Zinke. Mit 221 Abb., XII und 223 S. im Format 155×235 mm. Verlag S. Hirzel, Leipzig 1938. Preis geh. 14 RM, geb. 15,50 RM.

Mitglieder-Verzeichnis des Vereins Beratender Ingenieure E. V., Vereinigung der unabhängigen beratenden Ingenieure im NS-Bund Deutscher Technik. Stand vom Januar 1938. Mit 56 S. im Format A 5. Bezug durch die Geschäftsstelle des Vereins, Berlin NW 7, Dorotheenstr. 40.

Die große Rundfunk-Fibel. Eine leicht verständliche und doch gründliche Einführung in die Rundfunktechnik. Von Dr.-Ing. F. Bergtold. 2. neu bearb. u. erweit. Aufl. Mit 142 Abb. u. 243 S. im Format 135×200 mm. Verlag Deutsch-Literarisches Institut J. Schneider, Berlin-Tempelhof 1938. Preis kart. 4,50 RM, geb. 6 RM.

[Mehr noch als die erste zeichnet sich die zweite Auflage durch Einfachheit und Klarheit der Sprache aus. Das Wesentliche ist noch stärker hervorgehoben, die neuesten Erkenntnisse und ihre Anwendungen sind berücksichtigt; das Werk wird also seine führende Stellung auf dem Büchermarkt behaupten.] Mbt.

Elektrische Kontakte. Grundlagen für den Praktiker. Von Dr. W. Burstyn. Mit 79 Abb., VII u. 79 S. im Format 165×240 mm. Verlag von Julius Springer, Berlin 1937. Preis kart. 6,60 RM.

[Das Buch stellt in leichtfaßlicher Art das zusammen, was den Praktiker aus den bisher vorliegenden Ergebnissen über die Vorgänge am Schaltkontakt interessiert. Der Lichtbogen an sich wird nicht behandelt, dafür aber das sonst so vernachlässigte Gebiet der Vorgänge bei geringeren Strömen und Spannungen. Der Verfasser erweitert die Liste der Grenzstrom- und -spannungswerte — allerdings, ohne über das Geschehen

bei unter der Grenze liegenden Werten Neues beizubringen —, er erörtert den Übergangswiderstand, Schweißen, Prellen, Abnutzung u. dgl. Außerdem werden knapp und klar die Schaltvorgänge in verschiedenen Stromkreisen bei Gleich- und Wechselstrom mathematisch behandelt. Die theoretischen Erörterungen sind mit Hinweisen und Bildern aus der Praxis durchsetzt.]

Sonderdrucke

Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris, Turin. Veröff.-Nr. 14: E. Fubini-Ghiron u. E. Viti, Relè elettronico a scatto doppio; Nr. 15: P. Pontecorvo, La reazione; Nr. 16: C. Palestino, La ventilazione delle macchine nelle centrali elettriche; Nr. 17: A. Gigli, Nozioni di acustica applicata alle radioaudizioni; Nr. 18: E. Soleri, La riunione plenaria a Copenhagen del comitato consultivo telefonico internazionale (CCIF); Nr. 19: A. Ferrari-Toniolo, Diffusione sonora circolare su filo; Nr. 20: Miscellanea I (A. Ferrari-Toniolo, Un semplice dispositivo per la tracciatura di coordinate per oscillografo a raggi catodici; E. Viti, Valori particolarmente bassi di resistenze negative per la misura di resistenze dinamiche; E. Viti, Valori particolarmente bassi di resistenze negative; E. Fubini-Ghiron, Sul calcolo dei campi prodotti dalle antenne; P. Pontecorvo, Sull'uso contemporaneo di resistenze positive e negative); Nr. 21: M. Semenza, I recenti progressi della trazione elettrica; Nr. 22: Miscellanea II (A. Ferrari-Toniolo, Formulario per i quadripoli lineari passivi; A. Ferrari-Toniolo, Formulario per i quadripoli simmetrici; A. Bressi, Apparecchiatura per un triodo dimostrativo).

Veranstaltungen anderer Vereine.

Deutsche Gesellschaft für Wehrpolitik und Wehrwissenschaften, Arbeitsgemeinschaft Luftschutz, Berlin. 26. 4. (Di), 20⁰⁰, Reichstag, Eingang 5: „Planung und Siedlung im Luftbild in bezug auf den Luftschutz“. Min.-Rat Dr. Ewald.

Deutsche Lichttechnische Gesellschaft. 1. Bezirksgruppe Berlin. 28. 4. (Do), 16³⁰, T. H.: 1. Hauptversammlung, 2. Anschließend, etwa 17¹⁵, „Entwicklung der Lichtträger vom Kienspanhalter bis zur sogenannten elektrischen Krone“. A. Bösenberg, verbunden mit einer Musterchau aus der „Sammlung Bösenberg“. 3. Aussprache über die Frage der lichttechnisch richtigen Gestaltung des neuzeitlichen Beleuchtungskörpers. 2. Bezirksgruppe Frankfurt a. M. 28. 4. (Do), 20⁰⁰, Kunstgewerbeschule: „Verkehrsunfallsache: Mensch“. Dr.-Ing. habil. H. Lossag. 3. Bezirksgruppe Karlsruhe. 26. 4. (Di), 20¹⁵, T. H.: „Natürliche und künstliche Beleuchtung in der Baukunst“. Dr.-Ing. H. D. Rösiger. 4. Bezirksgruppe Magdeburg. 27. 4. (Mi), 20¹⁵, Harmonie-Gesellschaft: „Aus der Arbeit neuzeitlicher Lichttechnik und über die Aufgaben der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft“ (m. Lichtb. u. Vorführ.). Prof. Dr.-Ing. habil. R. G. Weigel.

Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit, Berlin. 26. 4. (Di), 9¹⁵, Krolloper: „Wirtschaftlichkeit und Leistungssteigerung“. 1. Begrüßungsansprache. Staatsrat Schmeier, 2. Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit und Leistungssteigerung der Wirtschaft. Dipl.-Ing. Seebauer, 3. Wirtschaft im Gau Saarpfalz. Gauleiter Bürckel, 4. Die Aufgaben der Bayerischen Ostmark im deutschen Wirtschaftsaufbau. Gauleiter Wächtler, 5. Die deutsche Maschinenwirtschaft in der Gemeinschaftsarbeit für den Vierjahresplan. K. Lange.

Deutsche Gesellschaft für chemisches Apparatewesen und Fachgruppe Apparatebau der Wirtschaftsgruppe Maschinenbau, Berlin. 28. 4. (Do), 10⁰⁰ bzw. 15⁰⁰, Hofmannhaus, Berlin, Sigismundstr. 4: Gemeinsame Arbeitstagung mit sieben Vorträgen. Verlegt vom 8. 4. Neuansmeldungen erbeten an die Geschäftsstelle: Berlin W 35, Potsdamer Straße 111.

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:

Dipl.-Ing. G. H. Winkler VDE, Berlin-Schlachtensee, Am Schlachtensee 128.

Abchluß des Heftes: 14. April 1938.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung:
G. H. Winkler VDE

Zuschriften sind nicht an eine persönliche Anschrift zu richten, sondern nur an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und nur mit Genehmigung des Verfassers und der Wissenschaftlichen Leitung der ETZ gestattet.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Herausgegeben vom Verband Deutscher Elektrotechniker E.V.

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

59. Jahrgang

Berlin, 28. April 1938

Heft 17

Nutzbremmung bei Einphasen-Wechselstrombahnen.

Von L. Mirow VDE, Berlin.

621. 333. 4. 025. 1

Übersicht*). Die Vorteile der Nutzbremse gegenüber den mechanischen Bremsen werden einleitend behandelt und der mögliche Arbeitsrückgewinn aus potentieller und kinetischer Energie errechnet. Sodann werden die bisher in größerem Umfange ausgeführten Bremsschaltungen und die Möglichkeit ihrer Weiterentwicklung durch Verbundschaltungen eingehend erörtert. Bei der Untersuchung der Selbsterregungsbedingungen werden zwei im Betrieb mögliche Sonderfälle unterschieden und deren wichtigste Eigenschaften zusammengefaßt.

Die Vorteile der Nutzbremse.

Das elektrische Bremsen hat gegenüber der Klotz- und Trommelbremse erhebliche Vorteile aufzuweisen; so ist zunächst der Fortfall des Verschleißes an Radreifen, Bremsklötzen, Bremsbelegen usw. zu nennen¹⁾. Das Loswerden von Radreifen wird vermieden. Weiter ist bei der elektrischen Bremse die Gefahr des Überbremsens viel geringer als bei der mechanischen Bremse²⁾. Nicht minder wichtig ist der Fortfall des Bremsstaubes mit allen seinen Zerstörungserscheinungen. Diese Vorteile kommen jeder Art elektrischer Bremsung zugute, der Widerstandsbremse ebenso wie der Nutzbremse. Eine der letzten Anforderungen des neuzeitlichen Verkehrs, die der Bremsfrage erneuten Anreiz gegeben hat, ist die Erhöhung der Reisegeschwindigkeit. Diese Forderung wird zunächst erfüllt durch Vergrößerung der Anfahrbeschleunigung und der Höchstgeschwindigkeit. Beides bedingt ein starkes Ansteigen des Verbrauchs an elektrischer Arbeit. Weiter wird eine Erhöhung der Reisegeschwindigkeit erreicht durch Kürzung des Auslaufweges und durch Vergrößerung der Bremsverzögerung, Maßnahmen, die wiederum große Anforderungen an die Bremsenrichtung stellen.

Im reinen Schnellzugverkehr wird ein Fahrzeitgewinn schon allein durch Vergrößerung der Höchstgeschwindigkeit erreicht. Es zeigt sich hier aber, daß auf manchen Strecken und gerade auf solchen, die bereits elektrifiziert sind, mit steigender Fahrgeschwindigkeit immer häufiger Geschwindigkeitseinschränkungen notwendig werden. Ein entsprechend angepaßter Gleisumbau läßt sich nicht immer durchführen oder ist wirtschaftlich nicht tragbar³⁾. Eine große Höchstgeschwindigkeit kann nur voll ausgenutzt werden, wenn gleichzeitig eine entsprechende Anfahrbeschleunigung und Bremsverzögerung vorgesehen wird.

Die Erhöhung der Reisegeschwindigkeit verlangt demnach zweierlei:

1. Beherrschung der Bremsarbeit,
2. Beschränkung des Arbeitsverbrauches.

Während die mechanische oder die Widerstandsbremse nur die erste Bedingung zu erfüllen suchen, ist es der Nutzbremse möglich, beiden Bedingungen zugleich gerecht zu werden, und zwar mit steigender Geschwindigkeit in immer stärkerem Maße. Hierdurch ist der Nutzbremse im Wettbewerb mit allen anderen Bremsarten ein gewisser Vorrang gesichert.

Die Praxis verlangt für jede Bremse an erster Stelle größte Einfachheit und größte Betriebssicherheit. Die Frage der Wirtschaftlichkeit wird in diesem Zusammenhang erst an zweiter Stelle genannt. Da die Nutzbremse vom Fahrdrat abhängig ist, ist sie keine Sicherheitsbremse. Eine andere Bremse, sei es Luft- oder Magnetschienen- oder auch fahrdrahtunabhängige Widerstandsbremse, ist notwendig, um den Zug jederzeit und unter allen Umständen in dem verlangten Bremsweg zum Halten zu bringen. Die Nutzbremse kann nur als Betriebsbremse dienen mit dem Ziel, die oben erwähnten Vorteile des elektrischen Bremsens auszunutzen und gleichzeitig den Gesamtarbeitsverbrauch zu verringern. Ob es sich auf Grund dieser Vorteile lohnt, in ein Fahrzeug eine Nutzbremse einzubauen, ist allein eine Frage der Wirtschaftlichkeit. Daß sich einige Nutzbremsschaltungen, falls die Fahrdratspannung ausbleibt, leicht in fahrdrahtunabhängige Widerstandsbremsen umschalten lassen und damit gegebenenfalls als Sicherheitsbremse gelten können, erleichtert u. U. die Entscheidung zugunsten solcher Nutzbremsen.

Möglicher Arbeitsrückgewinn.

Um welche Energiemengen handelt es sich beim Bremsen, und welcher Anteil dieser Energiemengen steht für die Stromrückgewinnung zur Verfügung? Hier ist zunächst die potentielle Energie, die Energie der Lage, zu nennen, die bei Talfahrt des Zuges frei wird. Auf bekannten Strecken der Deutschen Reichsbahn ergeben sich z. B. für je 100 t Zuggewicht, schon nach Abzug des Arbeitsverbrauches für den Fahrwiderstand, folgende Werte:

Für die Höllentalbahn von Hinterzarten bis Freiburg 160 kWh; für die Geislinger Steige und weiter bis Eßlingen 65 kWh; auf den Strecken Steinbach – Saalfeld und Steinbach – Lichtenfels je 90 kWh; auf der schlesischen Strecke von Fellhammer über Königszelt nach Breslau 105 kWh.

Rechnet man, um sicher zu gehen, mit einem Generator- und Transformatorwirkungsgrad von zusammen nur 50 bis 60 %, also mit 50 bis 40 % Umwandlungsver-

¹⁾ Gekürzter Inhalt eines am 16. 11. 1937 im VDE-Bezirk Berlin-Brandenburg gehaltenen Vortrages (Fachgebiet „Elektrische Bahnen“). Die Aussprache wird zusammen mit dem Schluß des Vortrages veröffentlicht.
²⁾ Th. Buchhold, ETZ 59 (1938) H. 4, S. 81. — Michel u. Kallflier, Elektr. Bahnen 12 (1936) S. 282, Tafel 3.
³⁾ Kleinow, Elektr. Bahnen 12 (1936) S. 280.
⁴⁾ Siehe Wechmann, Elektr. Bahnen 12 (1936) Ergänzungsheft. Nach der auf Seite 5 angegebenen Tafel würde ein Umbau für Beseitigung aller Geschwindigkeitseinschränkungen auf der geplanten Strecke einen erheblichen Geldaufwand erfordern.

lusten, so werden auf den genannten Strecken bei jeder Talfahrt Energiemengen in der Größenordnung von 40 bis 80 kWh für je 100 t Zuggewicht zurückgewonnen. Das sind reine Zahlenwerte für deutsche Streckenverhältnisse. Für den Wirkungsgrad des möglichen Rückgewinns auf der Talfahrt ergibt sich $\eta = \frac{s-w}{s+w}$, wobei s die Steigung in ‰ und w den Fahrwiderstand in kg/t bedeuten⁴⁾. Je kleiner der Fahrwiderstand, sowohl Reibungs- wie Luftwiderstand, desto größer der Hundertsatz des Rückgewinns. Für einen Generator- und Transformatorwirkungsgrad von zusammen 50 % zeigt Abb. 1 den Arbeits-

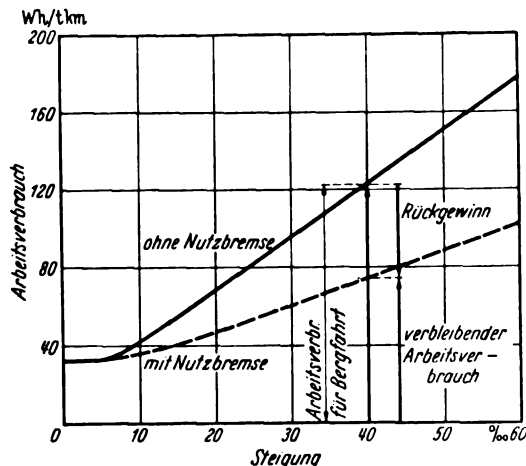


Abb. 1. Arbeitsverbrauch für Berg- und Talfahrt ohne und mit Nutzbremse (50% Wirkungsgrad).

verbrauch für Berg- und Talfahrt in Wh/tkm mit und ohne Nutzbremse. Bei Bergfahrt eines Zuges muß eine Leistung vom Fahrdrat nach der höheren Kurve abgegeben werden können, ganz gleich ob der Zug mit Nutzbremse ausgerüstet ist oder nicht. Andererseits muß der bei der Talfahrt von einem Nutzbremsfahrzeug zurückgegebene Strom vom Fahrdrat auch wieder aufgenommen werden können. Bei genügend dichter Zugfolge jedoch, also für den Fall, daß die zurückgegebene Energie sofort für die Bergfahrt eines anderen Zuges ausgenutzt wird, kann die Speiseleitung bzw. das Unterwerk für einen Arbeitsverbrauch nach der niedrigeren Kurve bemessen werden. Dieser Minderaufwand darf dann auch beim Beschaffungswert der Nutzbremse berücksichtigt werden.

Die Leistung, die der Motor auf dem Gefälle als Generator abzugeben hat, ist immer kleiner als die Triebleistung bei Bergfahrt. Auf reinen Bergstrecken, Strecken mit langen Steigungen und langen Gefällen, brauchen also Motor und Transformator der elektrischen Bremse wegen nicht größer bemessen zu werden. Ein auf der Talfahrt elektrisch abgebremster Zug kommt in der Talstation wohl mit größeren Motorübertemperaturen an als ein mit Luft gebremster Zug, aber der für die zulässige Übertemperatur maßgebende Punkt liegt am Ende der Bergfahrt; bis hierin hat sich der Temperaturunterschied beider Zugarten schon fast ausgeglichen, er liegt dann bereits innerhalb der möglichen Abweichung verschiedener Motoren.

Wesentlich anders verhält es sich in dieser Beziehung bei der zweiten Energieform, die zur Stromrückgewinnung ausgenutzt werden kann, der Bewegungs- oder kinetischen Energie. Diese im fahrenden Zuge aufgespeicherte Energie ist proportional dem Quadrat der Geschwindigkeit. Mit der Gefällefahrt verglichen ergibt sich z. B., daß beim Abbremsen eines Zuges aus 170 km/h

für die Stromrückgewinnung die gleiche Energiemenge zur Verfügung steht wie bei der Talfahrt des gleichen Zuges auf der Geislinger Steige von Amstetten-Geislingen, das ist eine Strecke von 5 km mit 22 ‰ Gefälle. Diese Energiemenge soll nun aber entsprechend dem verlangten kurzen Bremsweg in wesentlich kürzerer Zeit umgewandelt werden, so daß es sich um Leistungen in der Größenordnung der Anfahrleistung und gegebenenfalls noch darüber handelt. Z. B. besitzen die im Sommer 1936 von der Deutschen Reichsbahn in Betrieb gestellten Schnelltriebwagen für eine Geschwindigkeit von 160 km/h bei einem Gewicht von 110 t eine Nennstundenleistung von 900 kW. Soll nun ein solcher Wagen aus einer Geschwindigkeit von 160 km/h in 1200 m Bremsweg zum Stillstand gebracht werden, also keineswegs eine zu hoch gestellte Forderung, so wird eine mittlere Bremsleistung von 2000 kW während einer Zeit von rd. 1 min verlangt. Die Bremsleistung selbst ist proportional der Geschwindigkeit. Die am Radumfang ausnutzbare Bremskraft ist abhängig vom Reibungsgewicht des Triebfahrzeuges und vom Haftwert zwischen Rad und Schiene. Nach Metzko⁵⁾ kann beim Bremsen mit Haftwerten bis zu 170 kg je t Reibungsgewicht gerechnet werden. Andererseits wurden aber auf Bremsversuchsfahrten, die im Laufe der letzten Jahre in Zusammenarbeit mit der Deutschen Reichsbahn ausgeführt wurden, bei nassen Schienen wiederholt Haftwerte von nur 100 bis 110 kg je t Reibungsgewicht festgestellt, und zwar bei Geschwindigkeiten von 120 bis 100 km/h. Für eine Betriebsbremse wird man wohl immer ein Rechnen mit den kleineren Werten vorziehen.

Bei der Frage nach dem möglichen Wirkungsgrad für die Rückgewinnung der kinetischen Energie ist zu berücksichtigen, daß eine Fahrt nicht nur aus Anfahren und Bremsen besteht. In Abb. 2 ist daher der Wirkungs-

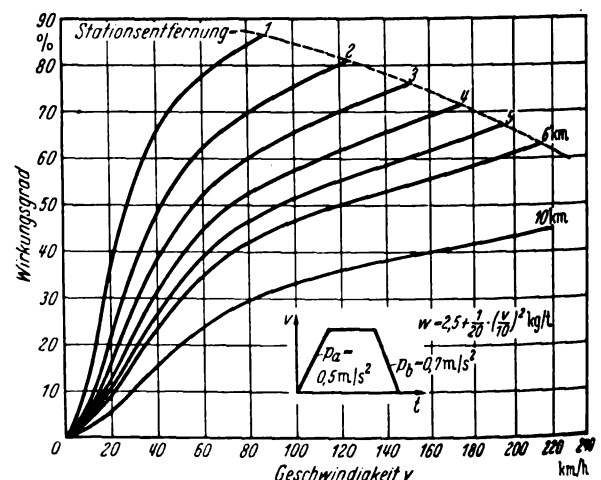


Abb. 2. Wirkungsgrad der Haltebremse.

grad für verschiedene Stationsentfernungen unter Ein-schluß des Arbeitsverbrauchs der ganzen Strecke angegeben, und zwar für die im Bild angegebene Fahrweise: Anfahren mit einer mittleren Beschleunigung von $0,5 \text{ m/s}^2$, Fahren mit der Geschwindigkeit v , Abbremsen mit einer Verzögerung von $0,7 \text{ m/s}^2$. Die genannten Beschleunigungs- und Verzögerungswerte werden zur Zeit noch als wirtschaftlich zulässig angesehen⁶⁾. Im Personenzug- und noch mehr im Vorortverkehr steht demnach ein großer Teil der für die Fahrt aufgewandten Energie zur Stromrückgewinnung wieder zur Verfügung. Bei längeren Strecken ist zu beachten, daß jede Geschwindigkeitsbegrenzung in der Wirkung einer Kürzung der Stationsentfernung entspricht.

Abb. 3 zeigt für eine Stationsentfernung von 5 km den Arbeitsverbrauch ohne und mit Nutzbremse, und zwar

⁴⁾ Schenkel, ETZ 41 (1920) S. 542. — Töfflinger, Neue elektrische Bremsverfahren für Straßen- und Schnellbahnen S. 17, J. Springer, Berlin, 1934.

⁵⁾ Metzko, Org. Fortsch. Eisenbahnw. 89 (1934) S. 247.

⁶⁾ Michel u. Kniffier, Elektr. Bahnen 12 (1936) S. 281.

für einen Umwandlungswirkungsgrad von 50 %. Die zurückgegebene Energie kann dazu verwendet werden, den gesamten Arbeitsverbrauch zu senken oder bei gleichem Arbeitsverbrauch die Fahrzeit zu kürzen. Bei einem gleichen Arbeitsverbrauch von beispielsweise 35 Wh/tkm kann die Strecke mit Nutzbremse in 3,5 min gefahren werden gegenüber 4 min bei der Ausrüstung ohne Nutzbremse. Bei der Ausrüstung mit Nutzbremse wird außerdem der Arbeitsverbrauch immer unabhängiger von der Fahrweise.

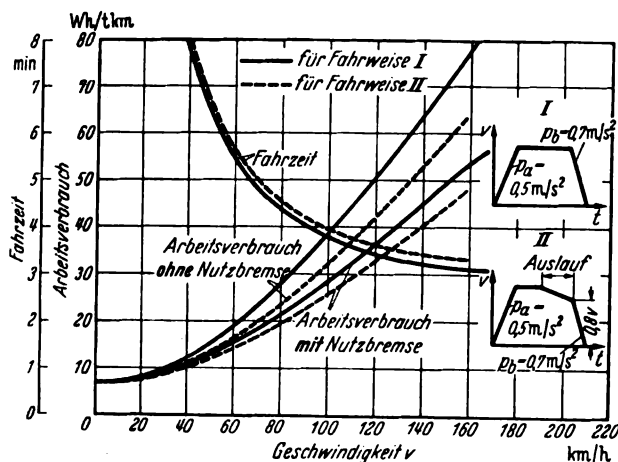


Abb. 3. Arbeitsverbrauch für eine Stationsentfernung von 5 km bei 50% Wirkungsgrad der Nutzbremse.

Da auf deutschen Strecken kaum große und lange Gefälle vorhanden sind, kommt hauptsächlich nur die zweite Energieform, die kinetische Energie, für die Stromrückgewinnung in Frage. Die hierbei kurzzeitig verlangte Leistung ist dann bei der elektrischen Bremse für die Bemessung des Motors im gleichen Maße zu berücksichtigen wie die Anfahrleistung. Dies gilt besonders für eigenbelüftete Motoren, wenn Bremsung und Anfahrt, wie es im Personenzug- und Vorortverkehr üblich ist, zeitlich kurz aufeinander folgen.

Nutzbremsschaltungen.

Für Einphasen-Wechselstrombahnen werden heute ausschließlich kompensierte Reihenschlußmotoren verwendet. Derartige Motoren verlangen beim Übergang vom Fahrbetrieb zum Bremsbetrieb ein Umschalten der Kommutierungseinrichtungen. Das gilt für jede Art Wechselstrombremsbetrieb, also für die Gegenstrom- und Wechselstrom-Widerstandsbremse ebenso wie für die Nutzbremse. Die entsprechende Phasenlage des Wendefeldes wird heute allgemein in bekannter Weise durch Parallelschalten von Widerständen parallel zur Wendepolwicklung hergestellt.

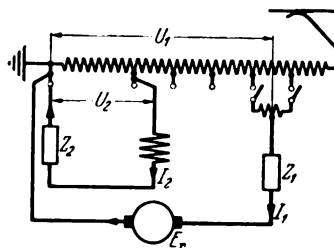
Hierbei ist es jedoch nicht notwendig, aus Kommutierungsrücksichten das Erregerfeld im Bremsbetrieb besonders niedrig zu halten; denn der Motor kommutiert auch beim Anfahren mit dem vollen Feld. Bei den großen verlangten Bremsleistungen müssen Erregerfeld und Läuferstrom voll ausgenutzt werden. Das Erregerfeld ist durch die Rundfeuergefahr bei Höchstdrehzahl begrenzt und der Läuferstrom durch die höchste zulässige Stromwendespannung. Diese Grenzen gelten für Gleichstrom ebenso wie für Wechselstrom. Nur bei kleinen Bremsleistungen, z. B. bei reinen Gefällebremsen, ist es richtig, das Erregerfeld nicht größer zu wählen, als es der damit gegebene Läuferstrom zuläßt, aber hier geschieht es aus Rücksicht auf die erforderlichen Zusatzapparate und nicht aus Kommutierungsrücksichten.

Im folgenden werden von den zahlreichen bisher angegebenen und teilweise auch schon oft besprochenen Nutzbremsschaltungen nur diejenigen behandelt, die be-

reits in größerem Umfang mit Erfolg ausgeführt worden sind und die den neuzeitlichen Anforderungen entsprechen. Hierbei scheidet eine große Gruppe von Schaltungen aus. Das ist diejenige, bei der mehrere Motoren zur Erzielung der Generatorwirkung benötigt werden. Diese Gruppe sehr interessanter Schaltungen hat zwar manche Vorteile aufzuweisen, besonders in bezug auf den Leistungsfaktor, mit dem die Stromrückgabe erfolgt, hat dagegen aber den Nachteil, daß die Bremsmomentverteilung auf die einzelnen Maschinen bei allen Drehzahlen nicht gleichmäßig erfolgt. Aber gerade bei den heute gestellten Anforderungen an die Bremsleistung ist es nicht zulässig, daß das Reibungsgewicht einzelner Motorachsen unvollständig oder ungleichmäßig ausgenutzt wird. Außerdem besitzen Schaltungen, die mit einem einzigen Motor allein möglich sind, den Vorteil der größeren Einfachheit und Übersichtlichkeit.

Nebenschlußschaltungen mit einem der Netzspannung nacheilenden Erregerfeld.

Bei der grundsätzlichen Bedeutung, die hierbei die Nebenschlußschaltungen besitzen und für die Weiterentwicklung noch behalten werden, erscheint es angebracht, diese Schaltungsart zunächst von einem allgemeinen Standpunkt aus zu betrachten. Abb. 4 zeigt den



$$E_r = -cn \Phi$$

$$M_d = +0,973 c I_1 \Phi \cos (I_1, \Phi)$$

Abb. 4. Wechselstrom-Nebenschlußbremsschaltung.

Aufbau einer solchen Wechselstrom-Nebenschlußschaltung. Erregerkreis und Läuferkreis liegen jeder für sich getrennt an festen oder veränderlichen Sekundärspannungen des Haupttransformators. Die Scheinwiderstände Z_1 und Z_2 sind die einzigen zusätzlichen Größen. Ihre Bemessung muß mithin für das Verhalten dieser Schaltungsart ausschlaggebend sein. Im Läuferkreis halten sich die Netzspannung U_1 , die Rotationsspannung E_r und der Spannungsabfall in dem Scheinwiderstand Z_1 das Gleichgewicht. Hieraus ist ersichtlich, welchen großen Einfluß die Phasenlage des Erregerfeldes und damit der Rotationsspannung hat. Je größer der Phasenwinkel, den Netzspannung und Rotationsspannung miteinander bilden, desto größere Spannungen muß der Scheinwiderstand Z_1 aufnehmen; desto kleiner ist aber auch die Stromänderung im Läuferkreis bei Änderung der Rotationsspannung. Wir nehmen an, das Erregerfeld sei um den Winkel α gegen die Netzspannung gedreht, das sei durch folgenden Ansatz ausgedrückt: $\Phi = a U_2 e^{j\alpha}$. Die jeweilige Phasenlage sei durch Einschalten entsprechender Scheinwiderstände Z_2 in den Erregerkreis erreicht. Mit diesem Ansatz werden gleichzeitig auch die Schaltungen erfaßt, die zur Erzielung einer bestimmten Phasenlage besondere Erregermaschinen anwenden. In den der Abb. 4 beigegebenen Gleichungen ist die für die folgenden Ausführungen angenommene Richtung der Rotationsspannung und des Drehmomentes angegeben, sie läßt sich leicht mit Hilfe einer der bekannten Richtungsregeln bestimmen. Diese Festlegung erweist sich als notwendig, um bestimmen zu können, ob es sich bei Wattaufnahme aus dem Netz um Motorbetrieb oder Gegenstrombremsantrieb handelt.

Der Läuferstrom errechnet sich zu

$$I_1 = \frac{U_1}{Z_1} - \frac{cn \Phi}{Z_1} = \frac{U_1}{Z_1} - cn a \frac{U_2}{Z_1} e^{j\alpha}.$$

Abb. 5 zeigt die Ortskurve des Läuferstromes für zwei Sonderfälle, und zwar für zwei verschiedene Winkel α .

Hieraus lassen sich leicht die einzelnen Ergebnisse ablesen. Für die Drehzahl 0 ist $I_{10} = U_1/Z_1$ gegeben durch den Absolutwert des Läuferkreiswiderstandes und durch dessen Zusammensetzung. U_2/Z_1 hat die gleiche Richtung wie I_{10} , das zweite Glied der Gleichung ist also um den Winkel α gegen I_{10} gedreht. Die absolute Größe dieses zweiten Gliedes ist bei konstantem Erregerfeld durch die Drehzahl gegeben. Die Geraden können daher nach Maßgabe des Absolutwertes $cn\Phi/Z_1$ beziffert werden, um die Endpunkte von I_1 zu bestimmen.

Für negative Winkel α , also nacheilendes Feld, ist der Fall gezeichnet worden, bei dem die Erregung unmittelbar an Spannung gelegt ist ohne Zwischenschalten irgendwelcher Zusatzgeräte im Erregerkreis. Von einer bestimmten negativen Drehzahl an wird Wirkleistung abgegeben, aber Blindleistung aufgenommen; Stromrückgewinn erfolgt mit schlechtem Leistungsfaktor. Es wird im gezeichneten Beispiel dem Netz mehr Blindleistung entnommen, als Wirkleistung zurückgeliefert wird. Die Projektion des Läuferstromes auf den Feldvektor ist ein Maß für das Bremsmoment. Für die Drehzahl 0 ist also auch noch Bremsmoment vorhanden.

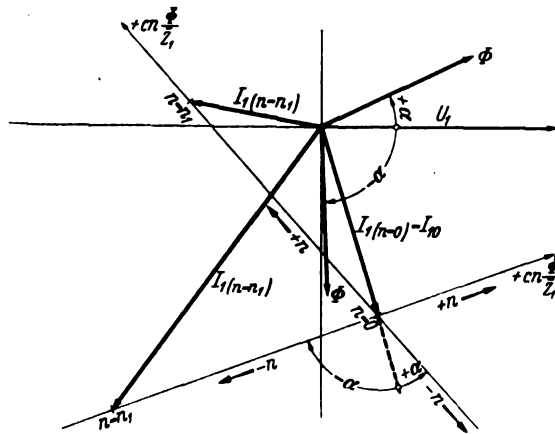


Abb. 5. Geometrischer Ort des Läuferstromes für die Nebenschlußbremsschaltung.

Bei Voreilung des Feldes vor der Netzspannung (positiver Winkel α) erhält man Generatorwirkung bei positiver Drehzahl. Zunächst wird dem Netz noch Blindleistung entnommen, aber von einer bestimmten Drehzahl ab außer der Wirkleistung auch Blindleistung zurückgegeben. Für das Bremsmoment ergibt sich ein bestimmter kleiner Geschwindigkeitsbereich mit einem guten Phasenwinkel zwischen Läuferstrom und Erregerfeld.

Sowohl für das Bremsmoment wie für den Leistungsfaktor ist es vorteilhaft, bei nacheilendem Erregerfeld große Werte für den Winkel α zu wählen und für den Scheinwiderstand des Läuferkreises einen großen induktiven Anteil. Für Voreilung des Erregerfeldes vor der Netzspannung sind dagegen kleine Winkel α vorzuziehen und ein Überwiegen des ohmschen Anteils in dem Scheinwiderstand des Läuferkreises.

Von den ausgeführten Nebenschluß-Bremsschaltungen, die mit nacheilendem Erregerfeld arbeiten, ist die bekannteste die von Behn-Eschenburg angegebene Schaltung⁷⁾. Diese Schaltung wird bei den Schweizer Bundesbahnen auf der Lötschberg- und Gotthardstrecke für Lokomotiven und für Triebwagen allgemein verwendet. Sie dient dort hauptsächlich als Gefällebremse zum Abbremsen des Lokomotivgewichtes und etwa 30 % der Anhänelast. Sie hat alle an sie gestellten Forderungen er-

füllt. Das Mehrgewicht der für die Bremse erforderlichen Zusatzapparate beträgt etwa 3,5 % des Lokomotivgewichtes. Bei einem Gefälle von 35 bis 45 ‰ wurden rd. 30 % der für die Bergfahrt aufgewandten Arbeit wieder zurückgewonnen mit einem $\cos \varphi$ von etwa 0,5.

Die Drosselspule im Läuferkreis kann auch durch einen Kondensator ersetzt werden, ohne daß sich an der Bremswirkung etwas Wesentliches ändert. Eine derartige Schaltung gibt dann aber bei Generatorbetrieb im gleichen Maße Blindleistung in das Netz zurück, wie die Schaltung von Behn-Eschenburg aus dem Netz entnimmt. Eine Kombination beider Schaltungen ergibt daher den Netzleistungsfaktor Eins⁸⁾.

Nach einem Vorschlag von Kann besteht auch für eine einzelne Maschine die Möglichkeit, den Läufer über eine Drosselspule und über einen Kondensator an Spannung zu legen und damit sowohl Phasengleichheit zwischen Läuferstrom und Erregerfeld als auch zwischen Netzspannung und zurückgegebenem Strom zu erreichen.

(Schluß folgt.)

⁸⁾ Siehe DRP 588 511 des Verfassers.

Grundlagen und Handhabung der Photothermometrie.

535. 24 - 1 : 536. 52

Die Photothermometrie ermöglicht die Bestimmung des Oberflächentemperaturbildes eines Körpers durch photographische Aufnahme seiner Eigenstrahlung im Ultrarot¹⁾. Dabei wird jede Störung des Temperaturfeldes durch ein Meßglied vermieden, ferner können auch große und verwickelte Temperaturfelder bei einer einzigen Ermittlung aufgenommen und schwer zugängliche Stellen leicht untersucht werden. Die Schwärzung der photographischen Platte ist von der einfallenden Energie abhängig. Da jeder Temperatur eine bestimmte Strahlungsenergie zugeordnet ist, ist bei der Photographie eines heißen Körpers die Schwärzung ein Maß für die Temperatur. Die Anwendungsgrenzen ergeben sich aus der Strahlungsintensität und Plattenempfindlichkeit; praktisch liegt die untere Grenze bei etwa 250°C, wobei bereits Vorbelichtung und Verstärkung der Platte angewendet ist. Der Temperaturbereich für eine für Meßzwecke brauchbare Schwärzung ist verhältnismäßig klein. Für den funktions- und zahlenmäßigen Zusammenhang der Schwärzungs- und Temperaturwerte sind die Grundlagen, Schaulinien und Zahlenwerte für die erforderliche Belichtungszeit angegeben. Der Temperaturunterschied ist verhältnismäßig dem Logarithmus der Energie; die vom Auge empfundenen Helligkeiten sind auf diese Weise angenähert verhältnismäßig der Temperatur. Um die Aufnahme auswerten zu können, müssen Vergleichsmarken mit aufgenommen werden. Hierzu kann irgendein Temperaturmaßstab, dessen Oberflächentemperatur und Strahlungswert bekannt sind, verwendet werden; mit seiner Hilfe wird die Eichkurve der Anordnung entworfen. Gut haben sich dabei u. a. kleine Nickelzylinder bewährt, deren Oberflächentemperaturen durch von hinten eingeführte Thermolemente genau bestimmt werden können. Auch gleichmäßig geschwärzte Silber- oder Aluminiumstäbe wurden erfolgreich verwendet; für die Temperaturberichtigung bei verschiedenen Emissionszahlen sind Schaulinien angegeben. Die Plattenschwärzung selbst wird mit einem Mikrophotometer ausgewertet. Der Gesamtfehler des Verfahrens beträgt etwa 0,6 bis 1,2 Temperaturgrad.

P. Neubert zeigt darauf an einigen Beispielen die Anwendbarkeit der Photothermometrie; die übliche und die Temperaturenaufnahmen eines Heißdampf-Wasserabscheiders im Kesselhaus, eines geschweißten Heißdampfrohres mit Verstärkungsstegen und ein hängend aufgenommenes, innen geheiztes Messingrohr mit den ausgewerteten Temperaturverteilungen zeigen die photothermometrischen Meßmöglichkeiten. Angaben für die Handhabung, Aufnahmetechnik, Platten- und Filterauswahl sowie Schrifttumshinweise vervollständigen die Arbeit.

Tsch.

⁷⁾ Stockar, Elektr. Bahnen 7 (1931) S. 197. — Laternser, Elektr. Bahnen 8 (1932) S. 228.

¹⁾ P. Neubert, Arch. Wärmewirtsch. 19 (1938) S. 29; 3 S. 7 Abb. 1 Tab.

Ein neuartiger Stoßspannungsgenerator zur Kabelprüfung.

Von Karl Buss VDE, Köln.

621. 313. 12. 015. 33

Übersicht. Ein Stoßspannungsprüfgenerator wird beschrieben¹⁾, der durch Verwendung einer Gleichspannungsquelle hoher EMK und von Kabeln als Kondensatoren großer Kapazität bei hoher Spannung ein großes Arbeitsvermögen besitzt, so daß er sich für Stoßspannungsprüfungen an Kabeln besonders eignet. Gelegentlich der VDE-Mitgliederversammlung in Köln wird auch diese Prüfanlage bei der Felten & Guillaume Carlswerk AG. besichtigt werden können.

Zur Prüfung der „Gewitterfestigkeit“ von Hochspannungsgeräten ist im letzten Jahrzehnt eine Reihe von großen Stoßspannungsprüfanlagen entstanden, die den Zweck verfolgen, die bei atmosphärischen Entladungen auftretenden Beanspruchungen nachzuahmen und so die Stoßspannungsfestigkeit vorhandener Hochspannungseinrichtungen zu prüfen sowie Neukonstruktionen den erforderlichen Stoßspannungsfestigkeiten anzupassen. Stoßspannungsprüfanlagen bestehen meist aus einer Kondensatorenbatterie, die mit Gleichspannung aufgeladen und plötzlich über eine passend eingestellte Funkenstrecke auf das zu prüfende Gerät entladen wird²⁾. Hierbei ist der eine Pol der Kondensatorenbatterie geerdet und die Anlage so geschaltet, daß Spannungsschläge beider Polaritäten, so wie es in der Praxis vorkommt, auf den Prüfling gegeben werden können. Von dem zu prüfenden Gerät hängt es nun ab, wie der Stoßgenerator bemessen werden muß. In der Technik des Freileitungsbaues interessieren in der Hauptsache die Stoßspannungsfestigkeiten von Isolatoren und Durchführungen. Die Kapazität der zu stoßenden Teile ist also verhältnismäßig klein. Ein Hängeisolator hat eine Kapazität von 40 cm, eine sechsgliedrige Kette am Mast dieselbe, eine 100 kV-Durchführung 100 bis 200 cm. Im Transformatorenbau kommen schon größere Kapazitäten vor. Die Eingangskapazität eines großen Transformators beträgt mehrere 1000 cm. Bei Kabeln muß man schon bei kurzen Prüflängen von 10 bis 20 m Länge mit viel größeren Kapazitäten rechnen, d. h. aber, daß ein Stoßgenerator zur Kabelprüfung eine bedeutend größere Kapazität besitzen muß als ein solcher zur Prüfung von Freileitungsarmaturen.

Bezüglich der Spannungshöhe war man bei Gleichspannung bisher im wesentlichen auf Gleichrichterröhren angewiesen, die bis etwa 300 kV Gleichspannung erzeugen können. Die erforderlichen Stoßspannungen liegen aber meist erheblich höher, so daß man zu Kunstschaltungen greifen muß, um das Vielfache dieser Spannung zu erreichen. Diese Kunstschaltungen bestehen fast ausnahmslos darin, daß im Augenblick des Stoßes viele parallel aufgeladene Kondensatoren in Reihe geschaltet werden müssen. Hieraus ergibt sich aber der große Nachteil, daß die wirksame Stoßkapazität und damit die Stoßleistung klein ausfällt. Um einen Stoßgenerator hoher Spannung und zugleich großer Leistung zu bauen, muß man demnach drei Punkte besonders anstreben:

1. eine Gleichspannungsquelle möglichst hoher EMK,
2. eine für diese EMK bestimmte Kondensatorenbatterie großer Kapazität,
3. möglichst wenige Hintereinanderschaltungen von Kondensatoren im Augenblick des Stoßes.

Die hier zu beschreibende neue Stoßspannungsprüfanlage³⁾ hat in erster Linie die Aufgabe, die Stoßspannungsfestigkeiten der verschiedenen Kabeltypen (also

großer Kapazitäten) festzustellen sowie für die Entwicklung und Konstruktion der den Gewittereinflüssen besonders ausgesetzten Höchstspannungskabel, besonders Druck- und Ölkabel, Richtlinien zu geben.

Der Stoßgenerator, der also bei hoher Stoßspannung gleichzeitig auch hohe Stoßströme erzeugen soll, wurde folgendermaßen aufgebaut: Als Gleichspannungsquelle dient ein Hochspannungsgleichrichter nach Boekels u. Fischer⁴⁾, der unmittelbar 700 kV Gleichspannung liefert (Abb. 1). Es ist ein Lufttransformator nach

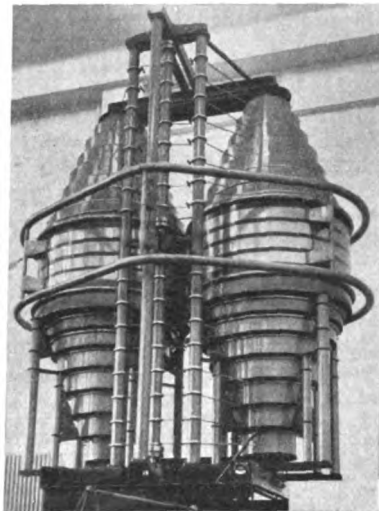


Abb. 1. Transformator mit Nadelgleichrichter nach Boekels u. Fischer.

Fischer⁵⁾, bei dem die Oberspannungswicklung in zwei Reihen von einlagigen konzentrischen Zylinderspulen aufgeteilt ist, die untereinander eine hohe Kapazität besitzen. Überall dort, wo die Wicklungen der einzelnen Spulen in Reihe geschaltet werden, ist die Oberspannungswicklung unterbrochen. Zwischen den Unterbrechungsstellen befinden sich, auf einer gemeinsamen isolierten Welle sitzend, Nadeln, die im Takte der hochgespannten Wechselspannung rotieren. Durch einen Steuermotor kann der Ständer des Synchronmotors, der die Nadelwelle antreibt, so gesteuert werden, daß immer dann, wenn die Spannungswelle durch ihr Maximum geht, eine Stromabnahme erfolgt. Die Verstellung des Ständers gestattet ferner, die positive oder die negative Spannungswelle gleichzurichten. Dank der sehr guten kapazitiven Steuerung in den einzelnen Wicklungsabschnitten — die Spannungsverteilung ist so vorgenommen, daß die Spannungsdifferenzen der einzelnen Spulenzylinder fast die gleichen sind und die höchste Spannung an den beiden äußeren Zylindern mit den größten Durchmessern entsteht — erfolgt so die Gleichrichtung nicht an einer Stelle, sondern ist auf den ganzen Transformator stufenweise verteilt. Der Gleichrichter liefert bei einer Gleichspannung von 700 kV einen Gleichstrom von etwa 20 mA. Dieser Strom läßt sich durch eine besondere Ausbildung der Nadelkontakte nach Vorschlägen von Fischer noch erheblich erhöhen.

Als Kapazitäten, die auf so hohe Gleichspannung aufgeladen werden können, sind zwei Kabelkondensatoren

¹⁾ Gekürzte Wiedergabe eines Vortrages, gehalten im VDE-Bezirk Berlin-Brandenburg am 22. 2. 1938.

²⁾ VDE 0450/1933.

³⁾ S. auch VDE-Fachberichte 7 (1935) S. 61, ferner Carlswerk-Rdsch. (1937) H. 21, S. 2; Bericht: ETZ 58 (1937) S. 1400.

⁴⁾ Boekels, ETZ 55 (1934) S. 603.

⁵⁾ Fischer, ETZ 46 (1925) S. 186.

benutzt worden. Es sind normale 50 kV-Dreileiter-Höchstädterkabel von 95 mm² Querschnitt, 12 mm Isolation und 370 m Gesamtlänge, die auf eine Kabeltrommel aufgespelt sind. Alle drei Phasen sind an beiden Enden miteinander verbunden und diese Enden nochmals parallel geschaltet. So entsteht eine wirksame Kapazität von 0,23 μ F bei einem Wanderwellenwiderstand von rd. 5 Ω . Die bekannte sehr hohe Gleichspannungsfestigkeit der Kabelisolation gestattet es, diese Kabelkondensatoren bis 700 kV aufzuladen und zu entladen, ohne daß bei den vielen Wiederholungen irgendein Schaden auftritt.

Um eine Stoßspannung von 1400 kV zu erhalten, brauchte bei einer Ladespannung von 700 kV nur eine Spannungsvervielfachung vorgenommen zu werden. Eine Spannungsvervielfachung erreicht man nun dadurch, daß man, wie schon erwähnt, die Kondensatoren in Parallelschaltung auflädt und hiernach in Hintereinanderschaltung auf den Prüfling entlädt. Dieses Parallel- und Reihenschalten kann man nun in verschiedener Weise bewerkstelligen. Ein älteres Verfahren⁶⁾ geht so vor, daß man die Kondensatoren durch Schaltelemente miteinander verbindet (Abb. 2), die, je nachdem, ob die Kondensatoren

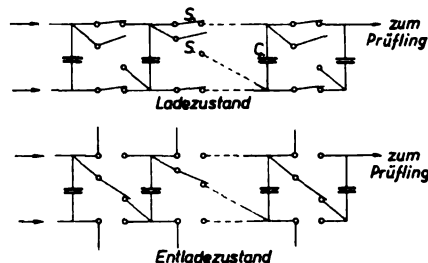


Abb. 2. Vervielfachungsschaltung mit Schaltelementen.

batterie aufgeladen oder entladen wird, teils geöffnet und teils geschlossen sind. Eine andere Möglichkeit⁷⁾ der Schaltung besteht darin, daß man die Kondensatoren mit Widerständen und Funkenstrecken zu einem Kettenleiter zusammensetzt (Abb. 3). Die Kondensatoren werden

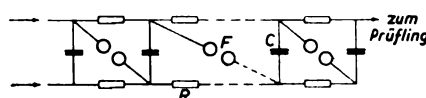


Abb. 3. Vervielfachungsschaltung mit Widerständen und Funkenstrecken (nach Marx).

über die Hochohmwiderstände auf die gleiche Spannung aufgeladen. Im Stoßfalle, d. h. beim Ansprechen der einzelnen Funkenstrecken, sind die Kondensatoren hintereinander geschaltet, so daß man bei n Kondensatorstufen als Endspannung die n -fache Ladespannung erhält. Die Widerstände sind dabei so bemessen, daß die während des eigentlichen Stoßvorganges über sie abfließenden Ladungsmengen verhältnismäßig klein bleiben (Marxsches Vervielfachungsprinzip). Nach dem zuerst erwähnten „Schaltverfahren“ sind kaum größere Stoßgeneratoren bekannt geworden. Der Grund ist darin zu suchen, daß man in der praktischen Ausführung auf verschiedene Schwierigkeiten stößt. Hat man viele Kondensatoren, die in Reihe geschaltet werden sollen, so müssen sämtliche Reihenschalter im Schalt Augenblick gleichzeitig betätigt werden. Das ist für viele untereinander hochisolierte Schaltelemente schwierig. Allerdings hat die mechanische Schaltung den Vorteil, daß der Zeitpunkt des Stoßes und die Zeitfolge vieler Stöße willkürlich bestimmt werden können.

Fast alle bisher bekannt gewordenen Stoßanlagen sind nach dem Marxschen Vervielfachungsprinzip aufgebaut. Der Fortfall der vielen Schaltelemente und die durch die Zündung der Funkenstrecken sich selbsttätig in Reihe schaltenden Kondensatoren bilden bei einem

Stoßgenerator mit vielen Kondensatorstufen — diese haben ja sämtliche bisher bekannt gewordenen Anlagen hoher Spannung — einen großen Vorteil. Nachteilig wirken sich bei der Marxschen Schaltung die vielen hochohmigen Widerstände aus, die durch Koronaerscheinungen häufig beschädigt werden und oft auch ihren Widerstandswert ändern können. Ferner machen sich Unregelmäßigkeiten im Ansprechen der vielen Funkenstrecken

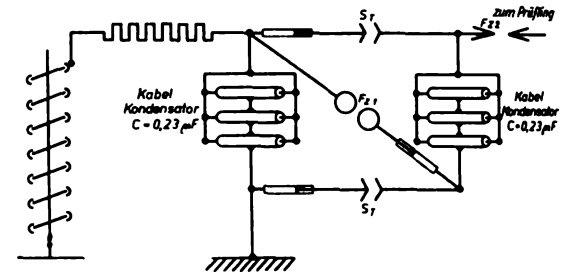


Abb. 4. Schaltung des Stoßspannungsgenerators.

bemerkbar, z. B. durch Verschmutzen bei Anlagen, die im Freien aufgebaut sind. Durch Verwendung des Gleichrichters nach Boekels-Fischer wurde nun die Ladespannung unmittelbar auf 700 kV heraufgesetzt, so daß zur Erreichung einer Stoßspannung von 1400 kV, wie schon erwähnt, nur eine Vervielfachung erforderlich wurde. Für diesen Fall erwies sich die mechanische Schaltung mit Schaltelementen als bedeutend praktischer. Diese wurde nun in folgender Weise aufgebaut (Abb. 4, 5):

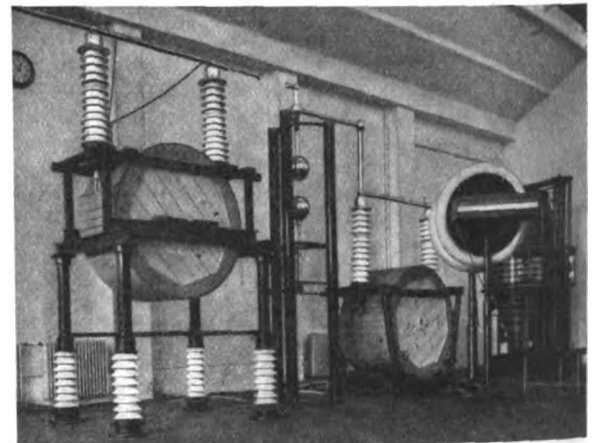


Abb. 5. Gesamtansicht der Stoßspannungs-Prüfanlage.

Der eine der beiden Kabelkondensatoren steht auf Erde, der andere für 700 kV isoliert auf Stützern. Die beiden Kondensatoren werden über den Schutzwiderstand vom Gleichrichter in Parallelschaltung aufgeladen. Sodann werden die beiden Trennschalter S_T auseinandergefahren und gleichzeitig wird der mit 50 cm-Kugeln versehene Schalter F_Z kurz geschlossen. Mit der Zündung von F_Z werden beide Kondensatoren in Reihe geschaltet. Der isoliert stehende Kondensator erhält als höchste Endspannung 1400 kV.

Die Schalter werden nicht durch schwierig anzubringende Motoren bewegt, sondern in ganz einfacher Weise mit Druckluft betätigt. Sie wurden wie folgt ausgebildet (Abb. 6): Die Querverbindung der beiden Kabelendverschlüsse des isoliert stehenden Kabelkondensators ist als Hohlzylinder ausgebildet, in dem ein Kolben durch Druckluft hin und her bewegt werden kann. An der Seite des auf Erdpotential aufgestellten Kabelkondensators ist ein gleicher Hohlzylinder mit Kolben angebracht. Diese beiden Kolben sind die Schalter, mit deren Hilfe eine Aufladung in Parallelschaltung und eine Entladung in Reihen-

6) DRP Nr. 358 714.

7) DRP Nr. 455 933. — Marx, ETZ 45 (1924) S. 632.

schaltung betätigt wird. Der Zündvorgang beim Stoß wird durch den mit Kugeln versehenen Schalter F_z , eingeleitet. Die untere Kugel des in einem Isoliergestell senkrecht angebrachten Kugelschalters ist an einem Kolben befestigt, der ebenfalls in einem Hohlzylinder mittels Druckluft auf und ab bewegt werden kann. Die Druckluft wird zugeführt durch Gummischlauchleitungen, die ja in sich genügend Isolation besitzen. Der nötige Druck beträgt 1 bis 2 atü. Die Druckluft wird normalen Druckflaschen oder einer Preßluftpumpe entnommen und über ein Reduzierventil einem Windkessel und von hier den Steuerventilen zugeführt, die durch Elektromagnete von der Schaltwarte ferngesteuert werden.

Die Daten des Stoßgenerators sind folgende: Jeder Kabelkondensator hat eine Kapazität von rd. $0,23 \mu\text{F}$. Im Fall der Hintereinanderschaltung beider ergibt sich als resultierende Stoßkapazität $0,115 \mu\text{F}$. Die theoretische Spannungsgrenze beträgt 1400 kV. Das Arbeitsvermögen ergibt sich für diese Spannung zu 110 kW. Die Anlage ist hinsichtlich ihrer Leistung die größte bisher bekannt gewordene. Beim Ansprechen der beiden Funkenstrecken entlädt sich der Stoßgenerator plötzlich auf den Prüfling. Wären an Stelle der Kabelkondensatoren konzentrierte Kapazitäten vorhanden, so würde sich die Höhe des erzeugten Spannungsstoßes annähert aus der Summe der Spannungen der beiden aufgeladenen Kapazitäten im Augenblick des Ansprechens der Funkenstrecken ergeben. (Die Spannung des isoliert stehenden und vor dem Spannungsstoß durch die Trennmesser von der Spannungsquelle abgeschalteten Kabelkondensators kann praktisch gleich der Spannung des

nungsstoß sich in gewissen Zeitabständen, die der Laufzeit der Entladewellen über die Länge des Kabelkondensators entsprechen, kleine Stufen dem Spannungsverlauf überlagern können. Die Verschleifung der Wellenstirn dieser Teilentladewellen im Kabelkondensator bewirkt aber, daß die Treppe so unbedeutend ist, daß sie die Form der erzeugten Spannungswelle gar nicht beeinflußt⁸⁾ (Abb. 7).

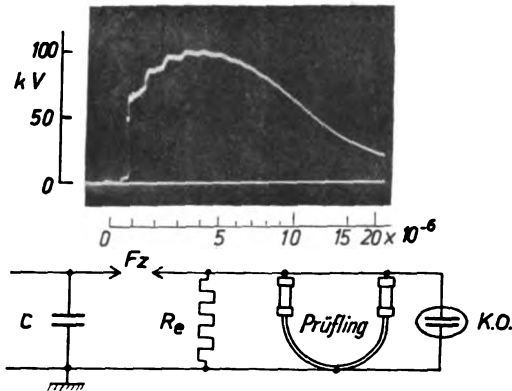


Abb. 7. Einmaliger Spannungsstoß, Stirndauer rd. $0,1 \mu\text{s}$, Halbwertdauer etwa $10 \mu\text{s}$, ohne Spannungsteiler aufgenommen, um jede Verschleifung der Wellenform zu vermeiden. Bei $2 \dots 3 \cdot 10^{-6} \text{ s}$ sind dem Spannungsverlauf kleine Schwingungen (Treppen) überlagert, die wahrscheinlich vom Kabelkondensator herrühren.

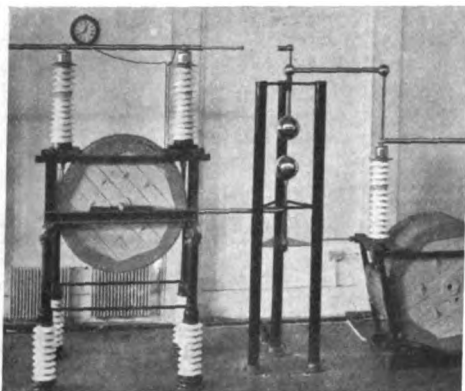


Abb. 6. Tellansicht der Stoßspannungs-Prüfanlage.

dauernd über den Schutzwiderstand an der Spannungsquelle liegenden Kondensators gesetzt werden, da die Schaltzeit — das ist die Zeit bis zur Zündung von F_z — weniger als 6 s beträgt, während deren die Spannung, wie experimentell nachgewiesen wurde, noch nicht nennenswert abgesunken ist.) Aber beim Kabelkondensator ist die Kapazität nicht konzentriert, sondern längs des Kabels verteilt. Ich muß also die Entladung des Kabelkondensators als die Entladung einer Leitung mit einem gewissen Wellenwiderstand — in diesem Falle $2 \cdot 5 \Omega$ beim Hintereinanderschalten beider Kondensatoren — betrachten. Die Höhe des Spannungsstoßes, der beim Entladen des Stoßgenerators in den Prüfling einzieht, ist also nicht genau gleich der doppelten Ladespannung des Stoßgenerators, sondern etwas weniger, da die Wellenwiderstände der Kabelkondensatoren wie innere Widerstände des Stoßgenerators wirken. Zum Unterschied von der stetig absinkenden Spannung einer sich entladenden konzentrierten Kapazität geht die Entladung beim Kabelkondensator theoretisch „treppenförmig“ vor sich. Das kommt daher, daß die Entladewelle, die an den beiden Enden des Kabelkondensators entsteht, während der Laufzeit über die Kabellänge des Kabelkondensators konstant bleibt. Diese Treppen haben nun zur Folge, daß beim erzeugten Span-

Hat man einen Stoßgenerator mit normalen Kondensatoren, so darf man nicht vergessen, daß bei hohen Spannungen diese Anlagen auch schon räumliche Ausmaße besitzen, die man keinesfalls vernachlässigen kann. Ein zehnstufiger Stoßgenerator mit seiner räumlichen Ausdehnung und seinen vielen Zuleitungen zu den Funkenstrecken und Kondensatoren bildet ein in sich schwingendes Leitungsgebilde, was nicht außer acht gelassen werden kann. Meist überlagern sich störende Schwingungen dem erzeugten Spannungsstoß, die erst durch den Einbau von Dämpfungswiderständen in die einzelnen Stufen des Spannungsgenerators unterdrückt werden können. Ich muß also einer solchen Anlage das, was ein Stoßgenerator mit Kabelkondensatoren in sich schon besitzt, nämlich innere Widerstände, hinzufügen, um sie frei von störenden Oberschwingungen zu machen. Hierdurch erhalte ich aber zudem ebenfalls wie beim Stoßgenerator mit Kabelkondensatoren eine Spannungsverminderung, die sich nach der Größe und Anzahl der einzubauenden Dämpfungswiderstände richtet.

Der hier beschriebene Stoßgenerator besitzt keinerlei zusätzliche Dämpfungswiderstände. Die eben erwähnten inneren Widerstände der Kabelkondensatoren, der Funkenwiderstand der beiden in Reihe geschalteten Funkenstrecken, von denen die vor dem Prüfling liegende als eine mit beträchtlicher Funkenverzögerung ansprechende Spitzenfunkenstrecke ausgebildet ist, reichen aus, um den Stoßgenerator genügend schwingungsfrei zu machen. Für hohe Ladespannungen bietet daher ein Stoßgenerator mit Kabelkondensatoren erhebliche Vorteile. Er gestattet ohne weiteres, Spannungs- und Stromstöße genügender Größe und auch klarer Form zu erzeugen. Die Stoßbeanspruchung ist bei der großen Leistung nicht nur eine Spannungsbeanspruchung, sondern gleichzeitig eine Werkstoffprüfung, die den natürlichen Gewitterverhältnissen sehr nahekommt. Zur Messung der Ladespannung dient bis 600 kV ein elektrostatisches Voltmeter, System Starke-Schröder. Zur Aufzeichnung des genauen Verlaufes der Wanderwellen steht ein Kathodenoszillograph zur Verfügung. Dieser ist in der Hauptsache auf den Entwicklungsarbeiten des Elektrotechnischen Instituts der T. H. Aachen (Rogowski) aufgebaut. Auf unsere An-

⁸⁾ S. auch Berger u. Schneeberger, Vortrag der CIGRE, Paris 1933.

regungen und Vorschläge hin wurde versucht, die im Laufe der Jahre bei verschiedenen Gelegenheiten gemachten Erfahrungen in eine technisch brauchbare und

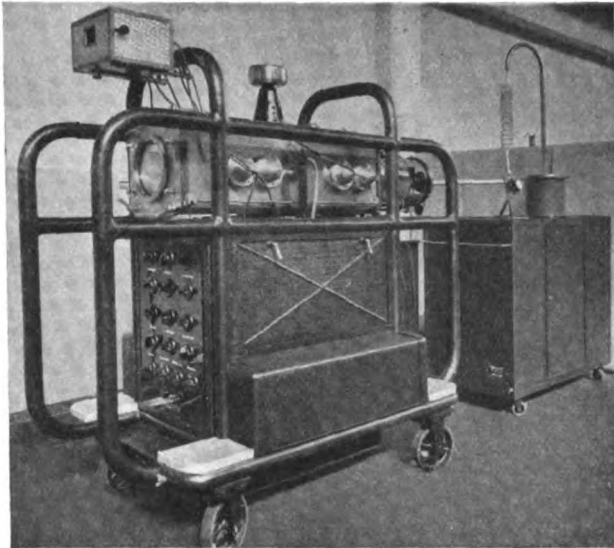


Abb. 8. Hochleistungs-Kathodenszilograph.

besonders für uns geeignete Form zu bringen⁹⁾ (Abb. 8). Der Kathodenszilograph besitzt eine Hochspannungskammer, die gesondert evakuiert wird, so daß an die

⁹⁾ Der Szilograph ist in Gemeinschaftsarbeit Hochspannungsgesellschaft Fischer & Co., Elektrotechn. Institut der T. H. Aachen und Carlswerk entstanden. Die konstruktive Bearbeitung lag in den Händen von Herrn Dr. Buchkremer.

Ablenkplatten 100 kV ohne Spannungsteiler gelegt werden können¹⁰⁾. Um die bei den hohen Spannungen und Strömen unvermeidlichen induktiven Störungen vom Strahlengang fernzuhalten, ist das ganze Gerät aus einem einzigen großen vierkantigen Stahlblock hergestellt. Alle Ablenk- und Konzentrierungsspulen sind innerhalb dieses Stahlblocks im Vakuum untergebracht. In dem äußeren Rohrgestell, das gleichzeitig zum Tragen des Stahlblocks wie zum Schutz gegen äußere mechanische Beschädigung dient, sind alle Zubehörteile, wie Batterien, Zeitkreis- und Strahlsperrsystem, untergebracht. Nur die Spannungserzeugungsanlage des Kathodenstrahls ist in einem eigenen Kasten aufgebaut. Beide, Kathodenszilograph und Hochspannungserzeugungsanlage, sind fahrbar und können wegen ihrer geringen Abmessungen überall sofort betriebsfertig aufgestellt werden. Der Kathodenszilograph ist für Innen- und Außenaufnahme (mit Linse und Kamera) geeignet. Alle in Frage kommenden Spannungs- wellen können oszillographiert werden.

Zusammenfassung.

Mit Hilfe des Nadelgleichrichters nach Boekels-Fischer ist es möglich, die Ladespannung des Stoßspannungsgenerators unmittelbar auf 700 kV heraufzusetzen. Als Kondensatoren, die auf eine so hohe Gleichspannung aufgeladen werden können, eignen sich besonders Kabelkondensatoren, die durch vorteilhaftes Zusammenschalten der einzelnen Phasen bei hoher Kapazität einen sehr kleinen Wellenwiderstand besitzen. Ein wesentlicher Unterschied zwischen einem Stoßgenerator mit konzentrierten Kapazitäten und einem solchen mit Kabelkondensatoren besteht nicht, wie im Oszillogramm nachgewiesen wird.

¹⁰⁾ Meßner, Arch. Elektrotechn. 27 (1933) S. 335.

Die Isolierung der Niederspannungsschaltgeräte mit neuzeitlichen Isolierpreßstoffen.

Von W. Höpp VDE, Berlin.

Übersicht. Die allgemeine Bedeutung der Schutzarten für die Isolierung wird besprochen und auf die Vorteile der neuzeitlichen Isolierpreßstoffe hingewiesen. Die eingehende Kenntnis der Eigenschaften der neuen Preßstoffe führt zu ihrer richtigen Anwendung. Kriechstromfestigkeit der Preßstoffe und Kriechstromsicherheit der Geräte und damit die Wahl der Kriech- und Luftstrecken stehen hierbei an erster Stelle. Neue Prüfspannungen, die den Werkstoffen und den Konstruktionen besser angepaßt sind als in den VDE-Vorschriften, werden vorgeschlagen. Zum Schluß werden Beispiele von falschen und richtigen Bauarten gegeben.

In den ersten Jahren der Entwicklung und Anwendung neuer Isolierstoffe traten Fehlschläge durch Unkenntnis von gewissen Eigenschaften auf, die besonders dadurch unangenehm wurden, daß sich langsame Verschlechterungen des Isolierzustandes zeigten, wie z. B. die Kriechstromerscheinungen an kunstharzhaltigen Stoffen unter der Einwirkung von Staub und feuchter, säure- oder salzhaltiger Luft. Auch Lockerungen durch langsame Schrumpfung sind vorgekommen. Wenn man den einzelnen Störungen auf den Grund geht, stellt sich jedoch meistens eine mangelhafte Konstruktion des Gerätes oder eine ungenügende Schutzart heraus, die der besonderen Beanspruchung nicht genügend Rechnung trägt, sehr selten jedoch ein fehlerhafter Isolierstoff. Die richtige Auswahl der Schutzart, d. i. im wesentlichen eine mehr oder weniger vollkommene Kapselung, hat insofern große Bedeutung, als das Gerät nur für eine, und zwar die leichteste Art der Isolierung ausgebildet zu werden braucht, so daß nur ein für die Massenherstellung

am besten geeigneter Grundtyp entsteht. Viele Fehler sind ferner auf zu niedrige Prüfspannungen¹⁾ zurückzuführen. Die vor etwa 20 Jahren festgelegten Mindestkriechwege in den VDE-Vorschriften bedeuteten damals einen erheblichen Fortschritt. Heute haben die Kriechstreckenvorschriften, wie wir weiter unten sehen werden, nur noch eine Bedeutung als Notbehelf. Sie waren im wesentlichen auf bestimmte Werkstoffe zugeschnitten. Bei der Verschiedenartigkeit der heute angewandten Werkstoffe empfiehlt es sich, die Forderungen den einzelnen Werkstoffen anzupassen.

Die neuzeitlichen Isolierpreßstoffe Typ S und 1 eignen sich besonders für die Massenherstellung von Isolierteilen, da diese mit großer Genauigkeit preiswert hergestellt werden können. Den Typen 1 und besonders S fehlt allerdings die erwünschte Kriechstromfestigkeit. Vielfach sieht man die geringere Kriechstromfestigkeit der z. Z. wichtigsten Isolierpreßstoffe als gefährlich an und lehnt diese Preßstoffe teilweise noch ab; ebensogut wie man keramische Teile genügend bruch-sicher konstruieren kann, kann man bei den Isolierpreßstoffen Typ S und 1 ausreichend kriechstromsicher bauen.

Die erforderlichen Kriechstrecken.

Die richtige Ausnutzung eines Werkstoffes erfordert eine genaue Kenntnis seiner Eigenschaften. Eine Über-

¹⁾ Die weitgehende Verwendung von ungenügend vorbehandelten Schleifer war damals ebenfalls ein Hindernis, höhere Prüfspannungen anzuführen.

bemessung aus Gründen einer Unsicherheit ist ebenso wenig statthaft wie eine zu geringe Betriebs-, hier also Isolationssicherheit. Die in den verschiedenen VDE-Vorschriften²⁾ seinerzeit festgelegten Vorschriften über Kriech- und Luftstrecken sind nicht einheitlich, weil einmal die Anforderungen an den Sicherheitsgrad verschieden gewesen sind, die „Schutzart“ z. T. einen festen Bestandteil des Gerätes, z. B. bei den Glühlampenfassungen oder den stets „gekapselten“ Meßinstrumenten, bildet und andererseits klare theoretische Grundlagen für Niederspannungsgeräte damals und auch heute noch fehlen. Der Verfasser war seinerzeit selbst wesentlich an der Aufstellung von Vorschriften über Kriech- und Luftstrecken beteiligt, die zu einer Zeit entstanden, als wir noch keine Hartpapiere kannten und bezüglich der Ausnutzung der Baustoffe keine Sorge hatten. Die außerordentlichen Bemühungen, die in den letzten Jahren gemacht worden sind, um zu einem objektiven Prüfverfahren für die Isolationssicherheit eines fertigen Gerätes zu gelangen, sind bisher an der schwierigen Reproduzierbarkeit gescheitert³⁾. Die nachstehend beschriebenen Versuche und Überlegungen dienen dazu, hier einem gesunden Fortschritt die Bahn zu bereiten.

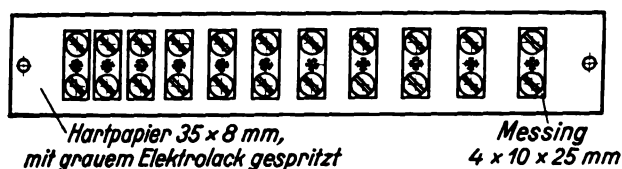


Abb. 1. Versuchsklemmenbrett.

Auf dem in Abb. 1 gezeichneten Klemmenbrett aus mit grauem Elektrolack gespritzten Hartpapier wurden elf Messingklemmen 4 x 10 x 25 mm in lichtem Abstand von 1 bis 10 mm befestigt und die Überschlagnspannung zwischen den einzelnen Klemmen gemessen (Abb. 2). Der

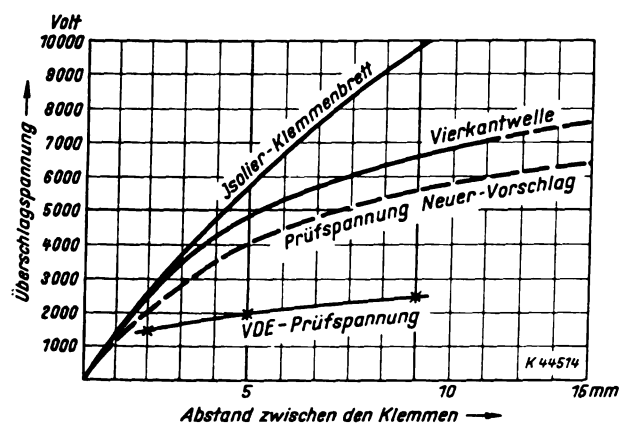


Abb. 2. Überschlagn- und Prüfspannungen in Abhängigkeit von der Länge der Kriechstrecke.

Überschlag erfolgt unter normalen Verhältnissen nicht etwa an der Oberfläche der Isolierleiste entlang, sondern durch Luft von Klemme zu Klemme. Ungünstigere Werte erhält man bei umpreßten Wellen bei höheren Prüfspannungen durch Korona und Gleitfunkenbildungen am Rande der Isolierung. Für Schaltgeräte bis 500 V sind Prüfungen über 5000 bis 6000 V (kurzzeitig) in keinem Fall erforderlich, so daß diese Erscheinungen weniger bedeuten. Auch treten bei den betriebsmäßigen Spannungen noch keine stillen Entladungen auf, welche den Isolierstoff chemisch verändern. Für die systematische Festlegung von Kriechstrecken können wir die untere Kurve zugrundelegen, da sie den höheren Sicherheitsgrad gibt. In der Zahlentafel 1 sind in der letzten Spalte die für die vorgesehenen Kriechstrecken vorgeschlagenen Prüfspan-

nungen niedergeschrieben. Sie sind, wie auch die Abb. 2 zeigt, durchweg höher als die entsprechenden in den VDE-Vorschriften.

Zahlentafel 1.

Kriechstrecke mm	Überschlag etwa V	Betriebsspannung etwa V	VDE-Prüfspannung etwa V	Vorschlag für Prüfspannung V
2	2500	220	1500	2000
3	3500	—	—	2800
4	4300	220	2000	3500
5	4800	220	2000	4000
6	5300	—	—	4400
7	5700	—	—	4800
8	6000	—	—	5100
9	6300	—	—	5300
10	6600	500	2500	5500

Prüfdauer
5 ... 10 s

Für die Festlegung des Sicherheitsgrades sind also weniger betriebsmäßige Spannungserhöhungen maßgebend als die durch Verschleiß, Verstaubung usw. auftretende Verminderung des Isolationswiderstandes der Oberflächen. Sind die Oberflächen unveränderlich, was bei gutem, keramischem Stoff und auch bei richtig behandeltem Hartpapier und richtig ausgewählter Kapselung der Fall ist, so kann man aus den Meßwerten folgern, daß entweder die z. Z. vorgeschriebenen Prüfspannungen zu klein oder die vorgeschriebenen Kriech- und vor allem die Luftwege zu groß sind. Man kann für unveränderliche keramische Stoffe unbedenklich kleine Prüfspannungen und kleine Kriechwege anwenden, um die gleiche Dauersicherheit zu erzielen wie bei Harzpreßstoffen mit größeren Kriechwegen und höheren Prüfspannungen. Am Ende der Lebensdauer eines Schaltgerätes muß es genügen, den im Betrieb vorkommenden Spannungserhöhungen mit nur geringer Sicherheit zu widerstehen; im Anfang der Benutzung genügt das nur dann, wenn im Laufe der Zeit keine Verschlechterung der Isolation eintreten kann. Hierfür wiederum zu sorgen, ist aber Sache der Konstruktion und der richtigen Auswahl der Schutzart. Es liegt kein Grund vor, bei Spannungen bis 500 V die Harzpreßstoffe in feuchten Räumen auszuschließen, wenn die Konstruktion sinngemäß ausgeführt ist. Die Vorteile der Harzpreßstoffe sind gegenüber ihren weniger guten Seiten so bedeutend, daß es wirtschaftlich unverantwortlich erscheint, sie nicht in jeder Weise einer vernünftigen Anwendung zugänglich zu machen.

Gute Kriechstrecken sind leicht durch geeignete Formgebung, wie Rippen, Nuten, Absätze usw., zu erreichen, bei Hartpapierplatten und Rohren sind diese Maßnahmen schwieriger. In den Sonderfällen, wo tatsächlich mit einer sehr starken Staubablagerung oder mit Feuchtigkeit zu rechnen ist, oder wo es sich um große Geräte, z. B. einen wichtigen Hauptschalter, handelt, wird der vorsichtige Konstrukteur niemals ohne Not an die unterste Grenze der noch zulässigen Kriechwege gehen, wie es bei kleinen Geräten üblich ist, sondern zusätzliche Sicherheiten schaffen. Kleine Geräte sind immer durch irgendwelche Schutzeinrichtungen im Zuge der Leitungen verhältnismäßig gut geschützt, falls sie einmal überbeansprucht oder zerstört werden.

Die K.P.I.-Vorschriften fordern bei Schaltern nur 5 mm Kriechstrecke für 500 V, und diese würde bei Vierkantwellen bei etwa 4800 V zum Funkenüberschlag, beim Isolierklemmenbrett oder an einem Sockel aus Isolierpreßstoff Typ 1 oder S bei etwa 5600 V zum Überschlag führen (Abb. 2). Die Unterschiede in den Kriechstrecken in den R.E.S. und K.P.I.-Vorschriften sind z. T. aus der historischen Entwicklung zu erklären. Die Schaltgeräte nach den R.E.S. sind bis vor einigen Jahren selbst für kleinere Ströme in ihrem ganzen Aufbau robuster gewesen. Sie waren außerdem grundsätzlich für ungekapselte Anwendung konstruiert, was heute nur noch für größere Schalter zutrifft. 25 A-Hebelschalter sind z. B. im Querschnitt heute noch mehr nach mechanischen Gesichtspunkten bemessen. Seit der Einführung der Motorschutz-

²⁾ R.E.S. § 44 (VDE 0660), K.P.I. § 7 (VDE 0610).

³⁾ Pfestorf, ETZ 58 (1937) S. 465.

schalter (VDE 0665), der Schutzschalter gegen unzulässig hohe Berührungsspannungen (VDE 0663), der Leitungsschutzschalter (VDE 0641) und der Installations selbstschalter (VDE 0640) ist die Grenze gegen Installationschalter vollständig verwischt. Es gibt Selbstschalter mit verhältnismäßig großer Kurzschlußleistung mit 3 mm Kriechwegen und Installationsdosenschalter mit 10 mm Luftwegen nebeneinander. Da mit 2 mm Luftweg und keramischem Baustoff ein einwandfreier Betrieb möglich ist, wie die langjährige Erfahrung beweist, ist ein Luftabstand von 10 mm eine ganz unverständliche Forderung. 2 mm werden nach Abb. 2 erst bei 2500 V überbrückt, und da hier immer eine gute Kapselung als selbstverständlich angesehen wird, ist im Grunde nichts dagegen einzuwenden, sofern eine innere Verstaubung oder ein Verschleiß die Sicherheit nicht in gefährbringender Weise herabsetzt. Darüber aber entscheidet die Schalthäufigkeitsprobe mit anschließender Isolationsprobe bei mäßiger Überspannung, soweit sie im Betrieb überhaupt vorkommen kann. Nimmt man hier also gewissermaßen am Ende der Lebensdauer die dreifache Nennspannung als Prüfspannung, also 1500 V, so ist alles getan, was man in bezug auf Sicherheit verlangen kann. Für den betriebsneuen Zustand dagegen sollte man die Prüfspannungen den Überschlags- oder Funkenspannungen, welche sich aus dem erforderlichen Kriechwege ergeben, möglichst anpassen, um Herstellungs- oder Werkstofffehler rechtzeitig aufzudecken. Eine unsachgemäß hergestellte, an den Preßkanten verletzte Vierkantwelle täuscht einen guten Kriechweg vor; 1500 V entsprechend rd. 1 mm Kriechstrecke sind nicht ausreichend, Risse oder versteckte Fugen, schlechte Isolierbuchsen usw. rechtzeitig auffindig zu machen. Sie werden aber mit einer höheren Prüfspannung, etwa 4000 V bei 5 mm und 5500 V bei 10 mm Kriechwegen, sofort aufgedeckt. Das Gerät wird von Anbeginn betriebssicherer, ohne daß bei einer richtigen Konstruktion die Abmessungen vergrößert werden müßten.

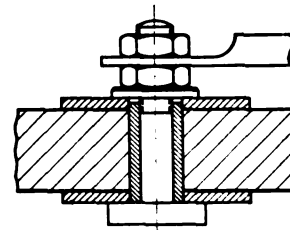
Die erforderlichen Luftstrecken.

Über die Unveränderlichkeit des Dielektrikums Luft besteht keinerlei Zweifel, und wir würden bei 500 V-Geräten mit einer Prüfspannung von etwa 1500 V absolut sichergehen bei einem Luftabstand von etwa 1 mm. Wenn auch das „praktische Gefühl“ gegen diese kleinen Abstände spricht, so ist doch nichts dagegen einzuwenden, sofern diese Luftabstände in jeder Weise sichergestellt sind. Sie dürfen jedoch weder durch Verschleiß noch durch die Handhabung bei der Montage etwa durch Verputz unterschritten werden können. Hier entscheiden in erster Linie wiederum Bauweise und Schutzart. Schaltlichtbogen in der Nähe enger Luftspalte wirken sich bei der Leistungsprobe aus, und bei Wechselstromschaltern mit Langsamschaltung begünstigt eine kleine Luftstrecke den Ausschaltvorgang, da sie als Löschfunkenstrecke wirkt, wenn nach dieser Richtung hin sachgemäß konstruiert wird. Wenn selbst eine durch den Unterbrecherlichtbogen ionisierte Luftstrecke durch Ausziehen um etwa 1 mm gelöscht wird, so kann eine kalte Luftstrecke von etwa 2 mm weder von der Betriebsspannung noch den betriebsmäßigen Überspannungen durchschlagen werden. Hier ist eine sichere Verrastung des Schalters das Wichtigste, also die Sicherstellung eines unveränderlichen Luftabstandes. Es ist daher grundsätzlich falsch, die vorgeschriebenen Luftwege auch auf den Schaltweg von Kontakten zu beziehen.

Falsche und richtige Konstruktionen.

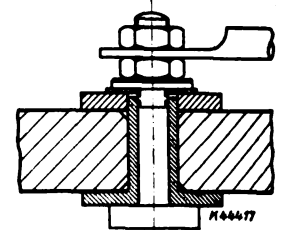
An Hand von einigen Beispielen soll nun die Anwendung der oben dargelegten Erkenntnisse über Kriechwege und Luftstrecken gezeigt werden. Eine der gefährlichsten Konstruktionen ist die sog. Buchsenisolation mit losen Endscheiben nach Abb. 3, wenn die Fugen nicht dicht sind oder innen ungenügende Kriechwege aufweisen. Undichte Fugen sind Staubbänger und bilden Kapillaren, die der Feuchtigkeit erst recht zugänglich sind. Die

Buchsenisolationen sind zwar durch Isolierabdeckscheiben und Aussenken der Metallkanten sehr verbesserungsfähig (Abb. 4), aber man soll sie trotzdem nicht ohne Not anwenden, es sei denn, daß sich reichliche Kriechstrecken anbringen lassen, ohne die mechanische Festigkeit zu verringern und die Schrumpff Gefahr zu erhöhen. Dicke Abdeckscheiben mit großem Kriechweg haben einen



falsch

Abb. 3. Ungenügende Buchsenisolation.



richtig

Abb. 4. Richtige Buchsenisolation.

größeren Betrag an Schrumpfung als dünne Platten mit kleinem Fugenkriechweg.

Für größere Geräte, etwa über 200 A, eignen sich wegen der hohen Kosten großer Preßformen besser die Isolierplatten aus Hartpapier. Die Anbringung von Rippen auf Platten oder Ringen auf Rohren zur Vergrößerung von Kriechwegen hat hier nur Sinn, wenn die Fugen zwischen Rippen und Unterlage dicht sind und keine Kapillaren bilden für Feuchtigkeit. Da das Hartpapier äußerst zäh ist, genügt eine geringe Dicke. Wenn die auftretenden mechanischen Kräfte durch eine Unterlage abgefangen werden, ist für die Festigkeit nur noch die Bruchgefahr an vorstehenden Ecken maßgebend, denn für Niederspannungsgeräte bis 1000 V würde in elektrischer Hinsicht schon eine Dicke von 1 mm genügen. Isolierringe sollen eine breite Basis haben mit gut verklebter Fuge. Ein weit einfacheres Mittel, große Kriechwege zu erhalten, zeigt das Beispiel nach Abb. 5. Durch

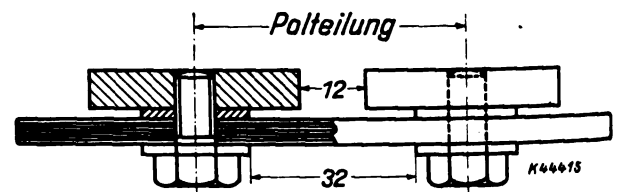


Abb. 5. Vergrößerung des Kriechweges mittels Unterlagscheiben.

Unterlegen eines dünnen, schmalen Streifens oder von einfachen Scheiben unter die Kontaktstücke ist der Kriechweg von 12 auf 32 mm vergrößert worden, so daß — richtige Oberflächenbehandlung vorausgesetzt — trotz kleiner Polteilung eine tropensichere Isolierung entstanden ist.

Bei Hartpapieren wird leicht die Gefahr des Schichtendurchschlages übersehen. Erfordert schon die glatte Oberfläche eine Lackierung nach vorherigem Schleifen oder Sanden zur Erzielung guter Haltbarkeit des Lackes, so müssen alle Schnitt- und Bohrstellen besonders sorgfältig mit einem Lack behandelt werden, der nicht zur Kriechstrombildung neigt (grauer Emaillelack).

Hierbei mag erwähnt werden, daß es auch einmal notwendig werden kann, keramische Stoffe nachträglich mit Isolierlack zu streichen, um ihre Saugfähigkeit für Feuchtigkeit aufzuheben. Wenn eine Glasur nicht angebracht werden kann, ist durch nachträgliches Lackieren eine gute Dichtung aller Fugen möglich. Man könnte geneigt sein, auch die Preßstoffe mit einem Lacküberzug zu versehen, jedoch hat sich die glatte Preßhaut als vollkommen ausreichend erwiesen, wenn man die hier angegebenen Konstruktionsregeln beachtet.

Außenkanten von Platten sind zweckmäßig zu ver-runden, weil der Lack dort dann besser aufträgt und weniger leicht verletzt wird. Die Lackierung der Oberfläche würde hinfällig, wenn in der nächsten Schicht durch Verletzung des Randes Feuchtigkeit einzieht.

Besonders unsicher sind die Fugen in kleinen prismatischen Hartpapierteilen, die durch nahe beieinanderliegende Senklöcher gleicher Tiefe entstehen (Abb. 6), oder wenn von zwei Seiten aus-gesenkt wird bis auf die gleiche Ebene oder darüber hinaus. Kurze Schichten, die nicht unter dem Preßdruck von durchgehenden Schrauben liegen, sind nicht nur elektrisch, sondern auch in mechanischer Hinsicht unsicher. Man verwendet hier besser Hartgewebe statt Hartpapier.

Ein äußerst wichtiges Bauelement sind die mit Hartpapier umpreßten Wellen. Sie müssen besonders zuverlässig sein, nicht nur wegen des hohen Drehmoments, das gerade die elektrisch am höchsten beanspruchten Kanten gefährdet, sondern auch wegen der beim Preßvorgang teilweise verlagerten und oft zerstörten Schichten an den beiden Preßnähten (Abb. 7a).

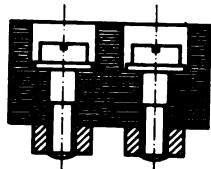


Abb. 6. Gefahr des Längsschichtdurchschlages bei gleicher Bohrtiefe.

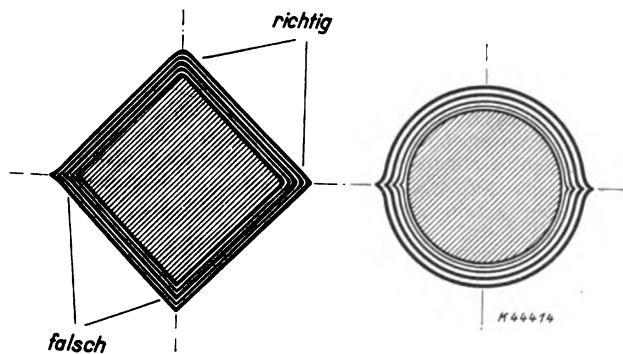


Abb. 7a. Umpreßte Welle.

Abb. 7b. Gepreßtes Rundrohr.

Ein scharfkantiges, handelsübliches Profil erhöht die Gefahr des Kantendurchschlages ganz erheblich. Man sollte die Kanten der Stahleinlagen stets schwach verrunden und die Schichtdicke nicht größer machen als nötig, um mit glatten Preßformen arbeiten zu können. Auch bei gepreßten Rundrohren (Abb. 7b) ist die Verlagerung der Schichten an den beiden Preßnähten zu berücksichtigen, ebenso der Verlauf der Schichtung bei Vollstäben beim Bohren.

Abgesehen davon, daß man mit kürzeren Abständen auskommt, sollten Isoliersockel nur unter Zwischenlegen einer dünnen Platte aus Hartpapier auf metallenen Unterlagen befestigt werden.

Einen wichtigen Fall, bei welchem seit jeher mit möglichst kleinem Luftspalt gearbeitet wird, ohne daß je eine Störung eintreten braucht, haben wir an den Kanten der Flanschen von Magnetspulen. Man findet zwar an der mit falsch bezeichneten Stelle in Abb. 8 links noch Lackierung oder mitunter Isolierband, was nur Sinn hat, wenn die Fuge an der Wicklungskante wirklich gedichtet wird, man hat aber u. U. einen kleinen und sicheren

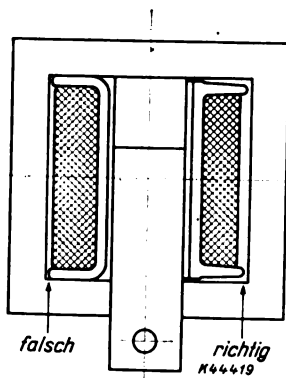


Abb. 8. Falsche und richtige Kriechstrecken an einer Magnetspule.

Luftweg durch einen unsicheren Kriechweg ersetzt. Die richtige Konstruktion zeigt dem Sinn nach die rechts gezeichnete Schnittfläche der Spule. Dort haben wir einen kleinen sicheren Luftweg und einen ebenso sicheren langen Kriechweg über die ganze Flanschbreite. Ein Überschlagn ist selbst bei blanker Drahtoberfläche hier nicht zu befürchten.

Da kleinere Geräte immer gekapselt werden, ist es nicht angängig, hier mit starker Verstaubung zu rechnen. Aber nehmen wir selbst einmal leitenden Staub an, so ist die große Bedeutung von Isolierrippen durch folgende Überlegung sofort gegeben: Aller Staub der

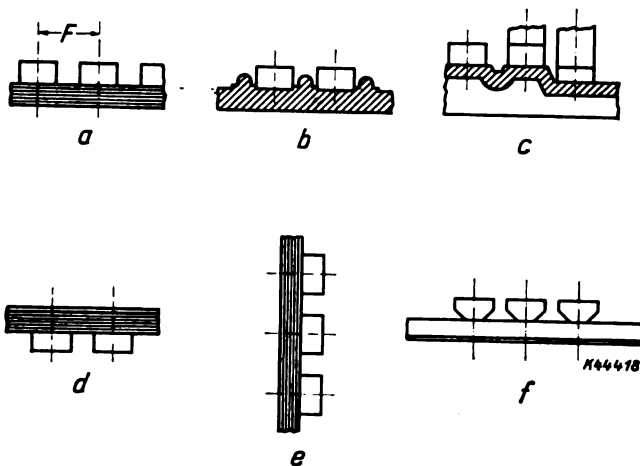


Abb. 9. Verschiedenartige Ausbildung von Kriechstrecken.

Fläche F (Abb. 9 a) wird sich mehr oder weniger in den Rillen und Ecken sammeln. In der Anordnung nach Abb. 9 a ist bei glatter waagerechter Fläche sofort eine sehr dünne Staubschicht vorhanden, bei Abb. 9 b und 9 c erst nach einer Zeit, die von der Höhe und Form der Rippe abhängt, in Abb. 9 d praktisch überhaupt keine, und bei senkrechten Kriechstrecken nach Abb. 9 e ist nur eine sehr schwache Staubschicht vorhanden. Schließlich wird man besonders bei sehr großer Pol- oder Kontaktzahl zu der Ausführung nach Abb. 9 f kommen. Nehmen wir eine Überspannung im normalen Betrieb von 100 % an, also Spannungen bis zu 1000 V, so würde nach Abb. 2 bei einer Kriechstrecke von etwa 1 mm, also ein Hervorstehen der Rippe aus der leitenden Staub- und Kohleschicht von nur 0,5 mm, erst die Überschlagsgrenze erreicht sein. Da der Konstrukteur nicht mit einer Kohleschicht von 1 mm Dicke rechnet, so erkennt man, daß bereits ganz niedrige Rippen eine erhebliche Verbesserung der Oberflächenisolation im praktischen Betrieb bedeuten. Für den sicheren Sitz spannungsführender Teile in Preßstoff ist meistens eine kleine Einsenkung erforderlich; die zwischen den Teilen verbleibenden Stege können fast immer zu richtigen Rippen geformt werden nach Abb. 9 b, so daß stets eine ausreichende Kriechstrecke erzielt werden kann.

Aus den Messungen, Erfahrungen und Überlegungen ergeben sich, in Rücksicht auf beste Ausnutzung der Rohstoffe und ausreichende Betriebssicherheit, nachstehende Schlußfolgerungen:

1. Geräte, die für Kapselung bestimmt sind oder stets mit dieser verwendet werden, erfordern bei kriechstromfestem Isolierstoff bei Anwendung von staubsicheren Kriechstrecken die kleinsten Kriechstrecken.
2. Geräte, die für Kapselung bestimmt sind, mit nicht kriechstromfesten Isolierstoffen, erfordern kriechstromsichere Ausbildung der Isolierteile und etwas größere Kriechstrecken als unter 1.
3. Die Sicherheit der Kriechstrecken kann durch die bisherigen niedrigen Prüfspannungen und bei dünnen Isolierschichten nicht durch Nachmessen gewährleistet werden, sondern nur durch höhere Prüfspannungen, die den Überschlagswerten der vorgeschrie-

benen Kriechwege nahekomen. Es werden die in Zahlentafel 1 angegebenen Werte der letzten Spalte hierfür vorgeschlagen bei einer Prüfdauer von 5 bis 10 s am neuen, trockenen Gerät.

4. Die Luftstrecken können sowohl bei gekapselten als auch ungekapselten Geräten sehr klein gehalten werden, wenn die Mindestabstände durch die Konstruktion sicher gewährleistet sind.

Abschließend kann gesagt werden, daß kein Grund vorliegt, an sich nicht kriechstromfeste, aber äußerst wertvolle Isolierpreßstoffe, besonders die Typen S und 1 sowie Hartpapiere von der Verwendung in feuchten Räumen auszuschließen, wenn die Konstruktionen kriechstromsicher ausgeführt und für zweckentsprechende Kapselung gesorgt wird. Auch bei den sehr hohen Be-

anspruchungen in Bergwerken unter Tage in explosionsgeschützten Anlagen haben sich solche Konstruktionen als durchaus einwandfrei erwiesen. Höhere Prüfspannungen würden die Sicherheit der Geräte wesentlich erhöhen, ohne die Abmessungen derselben zu vergrößern.

Zusammenfassung.

In vorliegender Arbeit sind die Grundsätze angegeben, die für die Isolierung von Niederspannungs-Schaltgeräten maßgebend sind. Auf die zweckmäßige Konstruktion und Verwendung neuzeitlicher Isolierpreßstoffe, des Hartpapiers und der keramischen Stoffe ist hingewiesen. Es wird gezeigt, daß die Sicherheit der Geräte trotz kleiner Baumaße durch Erhöhung der Prüfspannungen gesteigert werden kann.

Zählrohrmessungen der Höhenstrahlung im Registrierballon.

Durchsetzt ein Höhenstrahlenteilchen ein Geiger-Müller-sches Zählrohr, so wird in diesem eine äußerst kurzzeitige Entladung eingeleitet, die bei geeigneter Verstärkereinrichtung einen Lautsprecher oder ein mechanisches Zählwerk zum Ansprechen bringt, so daß die Zahl der das Rohr durchsetzenden Teilchen gezählt und registriert werden kann. Mit Hilfe eines kleinen Senders werden die Impulse auch an entfernten Orten wahrnehmbar gemacht, so daß sich dieses

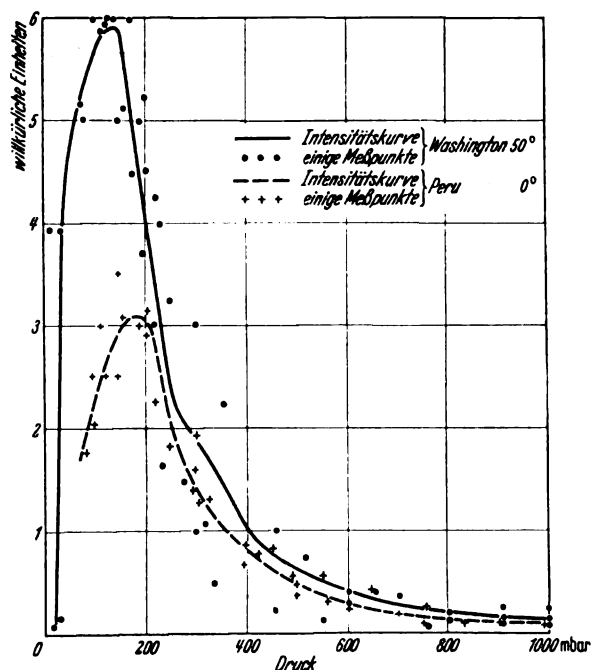


Abb. 1. Intensitätskurven der Höhenstrahlung in Washington und Peru.

Verfahren zur Registrierung der Anzahl von Höhenstrahlenteilchen, also der Intensität, auch in größeren Höhen mit Pilotballonen gut verwenden läßt. Die jeweilige Höhe wird an den zusätzlichen Impulsen (oder aber durch Frequenzmodellung), die durch einen „Radiobarographen“ ausgelöst und gesteuert werden, abgelesen. Auf diese Weise wurden an Orten verschiedener geomagnetischer Breite (Lima, Peru 0° und Washington 50°) Intensitätskurven der Höhenstrahlung erstmalig bis zu einer größten Höhe von 35,4 km erhalten¹⁾ (Abb. 1).

Aus der befriedigenden Übereinstimmung der Ionisationskammermessungen mit den Messungen mit einem Zählrohr kann geschlossen werden, daß dieses Verfahren die Intensitätskurve der allseitig einfallenden Strahlung richtig wiedergibt. Der geringe Unterschied der Kurvenformen — mit geringerer Höhe nimmt die Stoßzahl ein wenig rascher zu oder ab als die Ionisation — wird dadurch erklärt, daß schwerere Teilchen (siehe

weiter unten) in der Ionisationskammer stärker ionisieren, während sie im Zählrohr genau wie jedes andere Teilchen nur einen einzigen Impuls auslösen; aus diesem Unterschied läßt sich umgekehrt auch die Annahme des Vorherrschens bzw. des alleinigen Vorhandenseins schwerer Teilchen in der oberen Atmosphäre ableiten.

Ein Vergleich der in Washington und in Peru erhaltenen Intensitätskurven zeigt, daß mit niederen Breiten das Maximum bei höheren Drucken, d. h. in niederen Höhen gefunden wird. Das liegt daran, daß die weichen Komponenten der einfallenden Strahlung durch das erdmagnetische Feld abgelenkt werden und die Erdatmosphäre in Äquatorgegenden nicht mehr erreichen. Diejenigen Strahlenkomponenten, die hier die beobachtete Ionisation hervorrufen, sind daher härter und kommen erst später mit ihren Sekundären ins Gleichgewicht als die weichen Strahlen.

Aus dem Verhältnis der in den Maxima gemessenen Strahlenanzahlen in 0° und 50° geomagnetischer Breite, das mit dem Verhältnis der Ionisationswerte übereinstimmt, könnte zunächst geschlossen werden, daß bei Peru nur die Hälfte der in Washington in die Atmosphäre eintretenden Strahlung dort den Gipfel der Atmosphäre erreicht; das Spektrum würde vom Erdmagneten dann bei $1,2 \cdot 10^{10}$ eV statt wie in Washington bei $4 \cdot 10^9$ eV abgeschnitten. Diese Schlußweise ist jedoch nicht ganz fehlerfrei, da fast ausschließlich die ionisierenden Teilchen gezählt werden. [Der Anteil der im Zählrohr gezählten nicht-ionisierenden Teilchen, die sich nur durch gelegentlich in der Wandung erzeugte Sekundären bemerkbar machen, ist gegenüber der wirklich vorhandenen Anzahl derartiger Teilchen (Quanten) sowie der gezählten Anzahl überhaupt außerordentlich gering und daher vernachlässigbar.] Da nämlich die Teilchenzahl mit größeren Höhen nach dem Maximum wieder stark abfällt, wird dieses vor allem als durch Sekundäre hervorgerufen anzusehen sein und man kann nur schließen, daß der vom Erdmagneten abgeschnittene Teil der Strahlung für die Hälfte der gesamten Sekundärenerzeugung in der oberen Atmosphäre verantwortlich zu machen ist. Es folgt aus den Versuchen keineswegs, daß die Zahl der Primären in niederen Breiten auf die Hälfte reduziert wird. Dieser Schluß wäre nur dann berechtigt, wenn die Absorption für die einzelnen Energiegruppen der Strahlung völlig gleich wäre, was in der Tat aber nicht der Fall ist.

Die Frage nach der Natur der primär einfallenden Strahlung kann durch die Diskussion der Intensitätskurve bis zum Gipfel der Atmosphäre jedenfalls bis zu einem gewissen Grade — ebenso wie es die Messungen bis heute zulassen — beantwortet werden. Der scharfe Abfall nach dem Maximum läßt erkennen, daß mit größerer Höhe die Zahl der ionisierenden Teilchen weiter abnehmen wird. Es könnte daher die Annahme gemacht werden, daß die primäre Strahlung aus Photonen oder Neutronen besteht und die gezählten Impulse in extremen Höhen fast nur noch von Sekundären herrühren, die in der Einrichtung ausgelöst werden. Eine weitere Erklärungsmöglichkeit wäre die, daß in die Atmosphäre wenige schwere, u. U. mit mehreren Elementarladungen versehene Teilchen eindringen, die bereits in den obersten Schichten der Erdatmosphäre absorbiert werden. Diese erzeugen als Sekundäre auch die Teilchen, die in Seehöhe beobachteten Effekte hervorrufen.

J. Js.

¹⁾ S. A. Korff, Phys. Rev. 53 (1938) S. 14 u. 23; 15^{1/2} S., 12 Abb.

RUNDSCHAU.

Elektromaschinenbau.

621. 313. 323 Zur Berechnung des synchronen Impulsfeldmotors. — Der Verfasser stellt Beziehungen auf, die eine angenäherte Vorausrechnung des synchronen nicht selbst anlaufenden Impulsfeldmotors gestatten. Dem physikalischen Vorgang¹⁾ folgend kann das sich in den verschiedenen Stellungen zwischen Ständer- und Läuferzähnen ausbildende Kraftfeld mittels bekannter Verfahren gefunden werden. Die resultierende Umfangskraft des Kraftlinienzuges an den Zahnflanken läßt sich (bei günstigstem Luftspalt) analytisch annähern:

$$K = \pm 6 (e^{\pm 4a} - e^{\pm 6a}) G' \text{ in dyn,}$$

wobei

$$G' = \frac{1}{4} (0,4 \pi w i_{\max})^2 \frac{l_r}{\tau};$$

w Windungszahl der Spule; $i_{\max}$ maximaler Strom, δ , l_r , τ , r (Abb. 1), a (Abb. 2). Wird die Spule mit Wechselstrom gespeist, tritt $\cos^2(\omega t + \theta)$ hinzu. θ ist die Phasenverschiebung

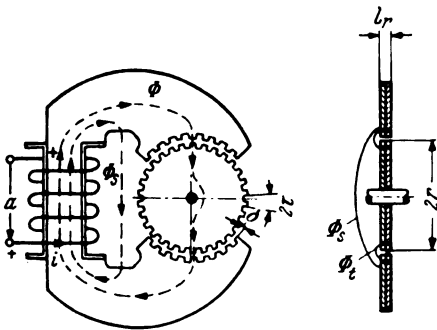


Abb. 1. Raumdigramm des nichtselbstanlaufenden Impulsfeldmotors.

zwischen Strommaximum und Ständerzahnmitte, also der Lastwinkel. Nach Integration über eine Bewegungsperiode ergibt sich als Mittelwert die Zugkraft $K_m \approx 0,2 G' \sin 2\theta$ in dyn. Das Kippmoment ergibt sich bei $\theta = 45^\circ$ zu $M = 0,2 \cdot r \cdot z \cdot G'$ in dyn cm; z ist die Ständerzahnzahl. Die Größe des Stromes

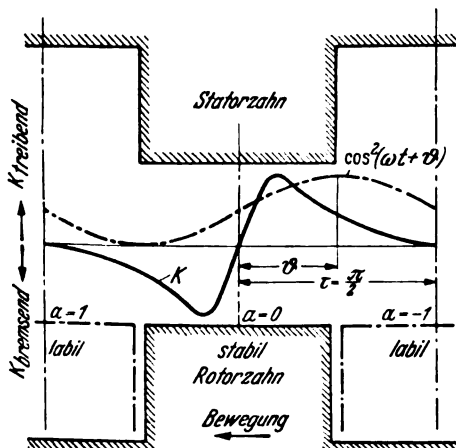


Abb. 2. Stellungsfunktion und Feldverteilung.

ergibt sich in der Hauptsache aus der Induktivität L der Spule, die über einem Mittelwert mit der Nutung schwankt, jedoch wegen der großen Streuung als praktisch konstant angenommen wird. L ist in dem Streukoeffizienten ϵ enthalten,

der empirisch gefunden werden kann und die Verluste miteinschließt. Das Kippmoment wird

$$M = \frac{6 \cdot U^2 \cdot 10^9}{f r n \left(\frac{z}{z_r} \right) w^2 \epsilon^2 \left(\frac{l_r}{\tau} \right)} \text{ in gcm,}$$

worin z_r die Läuferzahnzahl, U die Netzspannung, f die Frequenz und n die U/min bedeuten. Aus der Untersuchung ausgeführter Flachläufer ergeben sich ungefähre Richtwerte:

$$z/z_r \approx 0,6; \quad \delta/\tau \approx 0,32; \quad \epsilon = 2,8;$$

w ist etwa der 100fache Betrag der Nennspannung in Volt. Am Schluß des Aufsatzes werden praktische Mindestwerte für Läuferdurchmesser und Drehzahlen gegeben. Ein Beispiel wird zahlenmäßig ausgeführt. [H. Wögerbauer, Elektrotechn. u. Masch.-Bau 55 (1937) S. 593; 4 S., 3 Abb.] K. Bck.

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 333. 6 : 621. 315. 62. 027. 3 Neuartige Prüfstange zur Untersuchung von Isolatorenketten. — Eine bereits bekannte Prüfstange ist durch eine zusätzliche Einrichtung verbessert worden, so daß auch Isolatorenketten mit sehr ungleicher Spannungsverteilung, z. B. aus mehreren Kappengliedern und einem leiterseitigen Vollkernisolator bestehende Ketten auf der Strecke mit hinreichender Genauigkeit geprüft werden können. Mit Hilfe eines im Stangenkopf untergebrachten, drehbaren Schaltsternes, der auf die eine Kalotte der Meßfunkenstrecke wirkt, können, für alle Prüfungen ausreichend, vier Schlagweiten zwischen 0,4 und 1,3 mm eingestellt werden. Durch Nichtansprechen der Funkenstrecke als durchgeschlagen festgestellte Isolatorenglieder erhalten ein Kennzeichen mit Druckerschwärze, wozu an dem die Tastfinger tragenden Querbalken der Stange eine Anstreichvorrichtung angebracht ist. In etwa 360 Stunden konnten mit der Prüfstange 27 000 Kappenisolatoren untersucht werden, worunter etwa 1000 Stück durchgeschlagene oder mit verminderter Isolationsfestigkeit waren. [L. Kaiblinger, Elektrotechn. u. Masch.-Bau 56 (1938) S. 73; 1½ S., 2 Abb.] O. N.

621. 317. 785 Prüfungen und Beglaubigungen. — Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt erläßt folgende

„Bekanntmachung Nr. 461“)

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, werden den Systemen 180, 189, 195 und 190 folgende Elektrizitätszählerformen als Zusatz eingereiht.

- I. Zusatz zu System 180, die Formen J6x, TJ6x, J6Px und J6Plx, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom,
- II. Zusatz zu den Systemen 199 und 195, die Formen DO8x, TDO8x, BVDO8rx, TBVDO8rx, BVDO8rax, TBVDO8rax, DO8Px und TDO8Px, Induktionszähler für mehrphasigen Wechselstrom.
- III. Zusatz zu System 190, die Formen DU8x, TDU8x, BVDU8rx, TBVDU8rx, BVDU8rax und TBVDU8rax, Induktionszähler für mehrphasigen Wechselstrom, sämtlich hergestellt von der **Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft in Berlin**.

Berlin-Charlottenburg, den 15. Dezember 1937.

Der Präsident

der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

In Vertretung:

Gehrcke.“

¹⁾ H. Wögerbauer, Das Drehmoment des Impulsfeldmotors, Elektrotechn. u. Masch.-Bau 54 (1936) S. 302.

¹⁾ Reichsministerialblatt 1937, S. 759.

Beschreibung¹⁾

Zu I. Die durch die Bekanntmachungen Nr. 380²⁾ vom 21. März 1935 bzw. Nr. 427³⁾ vom 13. November 1936 zur Beglaubigung zugelassenen Wechselstromzähler der Formen J6, TJ6, J6P und J6P1 des Systems **180** werden auch mit einer Kontaktvorrichtung (von der Herstellerfirma als „Festmengenkontakt“ bezeichnet) versehen unter den Formzeichen J6x, TJ6x, J6Px und J6P1x hergestellt und können in dieser Ausführung für die gleichen Nennspannungen, Nennstromstärken und Nennfrequenzen wie die Zähler der Formen J6, TJ6, J6P und J6P1 beglaubigt werden.

Zu II. Die durch die Bekanntmachungen Nr. 398⁴⁾ vom 16. Dezember 1935 bzw. Nr. 436⁵⁾ vom 15. März 1937 und Nr. 429⁶⁾ vom 9. Dezember 1936 zur Beglaubigung zugelassenen Drehstromzähler der Formen DO8, TDO8, BVDO8r, TBVDO8r, BVDO8ra, TBVDO8ra des Systems **189** und der Formen DO8P und TDO8P des Systems **195** werden mit derselben Kontaktvorrichtung versehen wie unter I, unter den Formzeichen DO8x, TDO8x, BVDO8rx, TBVDO8rx, BVDO8rax, TBVDO8rax, DO8Px und TDO8Px hergestellt und können in dieser Ausführung für die gleichen Nennspannungen, Nennstromstärken und Nennfrequenzen wie die Zähler ohne diese Kontaktvorrichtung beglaubigt werden.

Zu III. Die durch die Bekanntmachungen Nr. 398⁷⁾ vom 16. Dezember 1935 bzw. Nr. 436⁸⁾ vom 15. März 1937 zur Beglaubigung zugelassenen Drehstromzähler der Formen DU8, TDU8, BVDU8r, TBVDU8r, BVDU8ra und TBVDU8ra des Systems **190** werden mit derselben Kontaktvorrichtung versehen unter den Formzeichen DU8x, TDU8x, BVDU8rx, TBVDU8rx, BVDU8rax und TBVDU8rax hergestellt und können in dieser Ausführung für die gleichen Nennspannungen, Nennströme und Nennfrequenzen wie die Zähler ohne die Kontaktvorrichtung beglaubigt werden.

Elektrische Prüfmäßer. — Die Prüfbefugnis des Elektrischen Prüfmäßes 37 in Bielefeld wird wie folgt erweitert⁹⁾:

Für Gleichstromprüfungen..... bis 200 A 600 V.
Für Wechsel- und Drehstromprüfungen bis 1000 A 6000 V.

Die Prüfbefugnis des Elektrischen Prüfmäßes 42 in Chemnitz wird wie folgt erweitert¹⁰⁾:

Für Wechsel- und Drehstromprüfungen bis 1000 A 6000 V.

Den Hamburgischen Elektrizitäts-Werken, Aktiengesellschaft in Hamburg, ist die Genehmigung erteilt worden, als Elektrisches Prüfmäß 49 amtliche Prüfungen und Beglaubigungen von Elektrizitätszählern und elektrischen Meßgeräten auszuführen¹¹⁾, und zwar

mit Gleichstrom..... bis 6000 A 1000 V,
mit Wechsel- und Drehstrom..... bis 4000 A 30 000 V.

Dem Elektrizitätswerk Rostock in Rostock ist die Genehmigung erteilt worden, als Elektrisches Prüfmäß 50 amtliche Prüfungen und Beglaubigungen von Elektrizitätszählern und elektrischen Meßgeräten auszuführen¹²⁾, und zwar

mit Gleichstrom..... bis 100 A 600 V,
mit Wechsel- und Drehstrom... bis 1000 A 15 000 V.

Den Amperwerken, Elektrizitäts-Aktiengesellschaft, in München ist die Genehmigung erteilt worden, als Elektrisches Prüfmäß 52 amtliche Prüfungen

gen und Beglaubigungen von Elektrizitätszählern und elektrischen Meßgeräten auszuführen¹⁾, und zwar

mit Gleichstrom bis 200 A 600 V,
mit Wechsel- und Drehstrom bis 1000 A 20 000 V.

Dem Elektrizitätswerk Schlesien A. G. in Breslau ist die Genehmigung erteilt worden²⁾, als Elektrisches Prüfmäß 54 amtliche Prüfungen und Beglaubigungen von Elektrizitätszählern und elektrischen Meßgeräten auszuführen, und zwar mit Gleichstrom bis 100 A 600 V, mit Wechselstrom und Drehstrom bis 100 A 500 V.

Lichttechnik.

621. 329. 1 Wärmebeständiger Fassungsdraht und die daran zu stellenden Anforderungen. — Um zu prüfen, welche thermischen Beanspruchungen Fassungsdraht aushalten muß, wurden Temperaturmessungen an frei aufgehängten und an in einer Armatur befindlichen Fassungen aus Metall bzw. aus Isolierstoff ausgeführt. In die Fassungen wurden Lampen mit Leistungsaufnahmen bis zu 300 W eingesetzt. Die Höchsttemperatur in frei aufgehängten Fassungen lag bei 93° C. In den in einer Armatur befindlichen Fassungen wurde die Höchsttemperatur zu 108° C bestimmt. Nun wurden mehrere Arten von Fassungsdrähten künstlich gealtert und verschiedenen Prüfungen unterworfen. Auf Grund dieser Versuche wurden in Holland die Anforderungen für die Verleihung des Prüfungskennfadens an Sonderfassungsdraht festgesetzt. Die zu prüfenden Muster werden zunächst einer Spannungsprobe (2000 V) unterworfen. Dann wird der Draht zu einer Rolle (rd. 15 cm Dmr.) gewickelt und bei 125° 750 Std. gealtert. Nach der Alterung wird das Muster 16 Std. sich selbst überlassen. Dann wird der Draht 24 Std. in Wasser gelegt und einer nochmaligen Spannungsprobe (Durchschlagsprüfung) unterzogen. [Ir. J. C. van Staveren, Elektrotechn. und Masch.-Bau 56 (1938) S. 22; 4 S., 2 Abb.] M. W.

621. 32 : 627. 92 Neues Leuchtfeuer für die Insel Ouessant. — Das Leuchtfeuer von Ouessant vor der äußersten Westspitze der bretonischen Küste soll durch ein neues ersetzt werden, das auf der Pariser Weltausstellung 1937 gezeigt wurde. Nach einer kurzen Beschreibung der optischen Daten des alten Leuchtfeuers werden nähere Einzelheiten über das neue Feuer mitgeteilt. Vier Gleichstrombogenlampen von je 50 kW Leistungsaufnahme bilden die Lichtquellen von vier Zwillingslinsensystemen. Jede dieser Zwillingslinsen strahlt zwei Lichtbündel aus, deren Achsen einen Winkel von rd. 21° miteinander bilden. Die vier Zwillingsgruppen sind um je 90° gegeneinander versetzt, so daß bei einer Umlaufzeit der gesamten Leuchte von 40 s der Seefahrer alle 10 s einen Doppelblink von 0,2 s Blinkdauer mit 2,3 s Zwischenpause wahrnimmt. Jedes der acht Lichtbündel hat eine Axiallichtstärke von 500 Mill Kerzen, die eine Tragweite von 80 km bei klarem Wetter und von 25 km bei nebligem Wetter ermöglichen soll. Das gesamte Gehäuse mit den vier in zwei Stockwerken untergebrachten Linsengruppen schwimmt auf 80 l Quecksilber und ist daher trotz seiner 23 t Gesamtgewicht leicht mit der Hand zu bewegen. Für den Umlaufantrieb genügt ein kleiner Elektromotor. Nähere Einzelheiten über die Abmessungen der Optik, die Bauart der Kohlebogenlampen und die Lüftung des Gehäuses müssen im Aufsatz selbst nachgelesen werden. [De Rouville u. A. Dargenton, Electricité (Science et Industrie) 22 (1938) S. 1; 6 S., 8 Abb.] F. Bn.

Fernmeldetechnik.

621. 395. 44 (42) Das 12-Kanal-Trägerfrequenzsystem Bristol-Plymouth. — Das Trägerfrequenz-Fernsprechsystem mit 12 Kanälen ist für Entfernungen von 600 km und mehr entwickelt worden. Die einzelnen Frequenzbänder der 12 Kanäle sind in den Bereich bis 60 kHz gelegt, weil über 60 kHz hinaus die durch die Nähwirkung der einzelnen Leiter bedingte Widerstandserhöhung und der Skineffekt sich stärker auswirken. Als größte Verstärkerfeldlänge wurden 35 km festgelegt, was einer Leitungsdämpfung von etwa 7 Neper entspricht, ein Wert, der in Übereinstimmung mit der höchstzulässigen Verstärkungsziffer von 7 Neper für Zwischenverstärker steht.

Während für das Nebensprechen zwischen 2 Kabeldoppeladern bei den tieferen Frequenzen vor allem die kapazitiven

¹⁾ Auszug aus dem Sonderdruck über die Bekanntmachung Nr. 461 der P.T.R. Zu beziehen durch die Franckh'sche Verlagshandlung, Berlin.

²⁾ ETZ 56 (1935) S. 922.

³⁾ ETZ 58 (1937) S. 381.

⁴⁾ ETZ 57 (1936) S. 585.

⁵⁾ ETZ 58 (1937) S. 931.

⁶⁾ ETZ 58 (1937) S. 452.

⁷⁾ Siehe Fußnote 5.

⁸⁾ Siehe Fußnote 6.

⁹⁾ Reichsministerialblatt 1937, S. 741.

¹⁰⁾ Reichsministerialblatt 1938, S. 3.

¹¹⁾ Reichsministerialblatt 1937, S. 617.

¹²⁾ Reichsministerialblatt 1937, S. 617.

¹⁾ Reichsanzeiger Nr. 40 v. 17. 2. 38.

²⁾ Reichsanzeiger Nr. 78 vom 2. 4. 38.

Kopplungen in Frage kommen, sind bei den höheren Frequenzen außerdem noch die elektromagnetischen Kopplungen zu berücksichtigen, weil diese infolge des niedrigen Scheinwiderstandes besonders zur Wirkung gelangen. Zur Verringerung dieser Kopplungen sind die beiden Kabel für die Strecke Bristol—Plymouth unter Verzicht auf Viererbildung nur paarig verseilt, wobei jedes Aderpaar mit anderer Dralllänge hergestellt ist; zur Verminderung von Wirbelstromverlusten ist zwischen Kabel und Bleimantel eine starke Isolationsschicht vorgesehen. Grundsätzlich wird Vierdrahtschaltung unter Benutzung von getrennten Kabeln für Hin- und Rückweg angewendet.

In einer Übersichtszeichnung ist die Schaltung und die Apparatenausrüstung eines Trägerfrequenz-Endamtes und eines Zwischenamtes angegeben; der Verlauf der Sprechströme wird im einzelnen näher beschrieben. Die Filter müssen mit Rücksicht auf die benutzten hohen Frequenzen mit sehr großer Genauigkeit hergestellt werden; für die Modulatoren und Demulatoren, deren Schaltung wiedergegeben ist, werden Kupferoxydulgleichrichter verwendet. Bei den Sende- und Zwischenverstärkern ist der Ausgangswiderstand dem Leitungswiderstand (135Ω) angepaßt, während der Ausgangswiderstand des Empfangsverstärkers dem Scheinwiderstand der Filter (600Ω) entspricht. Die Verstärker sind dreistufige Gegenkopplungsverstärker, deren Verstärkung durch Potentiometerschaltung im Gegenkopplungskreis innerhalb von 2,3 Neper stetig verändert werden kann; die Verstärkungskurve ist frequenzunabhängig; der Klirrfaktor des Verstärkers ist sehr niedrig, so daß alle 12 Kanäle mit einem Pegel von $+0,6$ Neper am Ausgang des Verstärkers betrieben werden können. Das System arbeitet mit den üblichen Verstärkeramptsspannungen (130 V für Anode und 21 V für Heizung). Infolge der Verwendung von gegengekoppelten Verstärkern besteht eine große Unempfindlichkeit gegen Spannungsschwankungen von Heizung und Anode. Die der Leitung zugeordneten Entzerrer bestehen aus Netzwerken konstanten Widerstandes, wobei der Grundentzerrer für das kleinste praktisch vorkommende Verstärkerfeld von 21 km Länge bemessen ist; durch kleine Netzwerke für zusätzliche Längen von $10,5$ und $5,2$ und $2,4$ km kann die Entzerrung den verschiedenen vorkommenden Verstärkerfeldlängen angepaßt werden. Für das 12-Kanalsystem werden Trägerfrequenzen verwendet, die ein Vielfaches von 4 kHz sind und die durch eine einzige Steuerfrequenz hoher Stabilität erzeugt werden; diese Frequenz wird besonderen Schwingungskreisen zugeführt, von denen jeder drei der erforderlichen Trägerfrequenzen erzeugt. Zur Erhöhung der Betriebssicherheit ist die Aufstellung eines ohne Unterbrechung einschaltbaren Ersatz-Trägererzeugers vorgesehen. An Hand von Abbildungen wird die gestellmäßige Anordnung des Systems besprochen. Die angestellten Messungen und Untersuchungen in bezug auf Stabilität, Nebensprechen, Pegelunterschiede, Restdämpfung, Geräuschspannung und nichtlineares Nebensprechen ergaben sehr günstige Werte; in gleicher Weise verliefen Versuche mit Reihenschaltung von mehreren Kanälen (bis zu 12 Kanälen mit insgesamt 96 Verstärkern und einer Leitungslänge von 2400 km). Trotz der Vorzüge des geschilderten Kabelaufbaus wird man in Zukunft doch zu dem hinsichtlich Raumaussnutzung günstigeren Sternviererkabel übergehen, weil man in diesem 24 Aderpaare unterbringen kann. Da die Ergebnisse bei dem 12-Kanal-Fernsprechsystem den gehegten Erwartungen entsprechen haben, wurde diesem System bei der Planung neuer Netze für den Fernsprechweitverkehr ein bevorzugter Platz eingeräumt. [A. S. Angwin und R. A. Mack, J. Instn. electr. Engrs. 81 (1937) S. 577; 8 S., 14 Abb.] *Dll.*

621. 397. 61 (44) Die Eigenschaften der neuen Fernsendsendungen vom Eiffelturm. — Die Bildsendungen erfolgen auf Welle $6,52$ m und die Tonsendungen auf Welle $7,14$ m mittels der nachstehend beschriebenen vier Systeme, die übereinstimmend das Zeilensprungverfahren bei 25 Vollbildern bzw. 50 Halbbildern (Rastern) je Sekunde verwenden.

Das System der „Compagnie Thomson-Houston“ ergibt bei 455 Zeilen je Bild (Seitenverhältnis $5:4$) eine höchste Modellierungsfrequenz von $2,5$ MHz. Bei positiver Modellierung — Vergrößerung der Amplitude der Trägerwelle entspricht Helligkeitsvermehrung — wird der Bereich von 30 bis 100% für Bildmodellierung und von 0 bis 30% für Synchronisierung verwendet. Der Zeilensynchronisierimpuls erstreckt sich auf 15,5% der Zeilenlänge (davon sind 5,5% „schwarzgetastet“ für Rücklaufauftastung), der Bildsynchronisierimpuls auf 50%. Für die Bildsynchronisierung sind 10 Zeilenlängen erforderlich. Die Zahl der Bildsynchronisierimpulse beträgt 6 bis 12, in der übrigen Zeit zwischen zwei Bildern wird „schwarz“ (30%) gesendet. Die beiden ersten Synchronisierimpulse für zwei auf-

einanderfolgende Halbbilder sind um eine halbe Zeilenlänge gegeneinander verschoben, damit die Halbbilder ineinander greifen.

Das System der „Société Grammont“ verwendet 375 bzw. 441 Zeilen je Bild (Größe 18×21 cm²). Bei positiver Modellierung liegt der Schwarzwert zwischen 20 und 40%, im allgemeinen bei 30%. 6% der Zeilenlänge entfallen auf den eigentlichen Synchronisierimpuls, 4% auf die Rücklaufauftastung. Das Bildsignal, dem ein Signal „schwarz“ vorausgeht — für das erste Halbbild von einer ganzen, für das zweite Halbbild von einer halben Zeilenlänge —, umfaßt 5 Zeilen.

Das System der „Compagnie française de Télévision“ (nach Barthélemy) verwendet 450 Zeilen je Bild (Seitenverhältnis $5:4$). Bei negativer Modellierung entspricht der Bildmodellierung der Bereich von 0 bis 66%, der Synchronisierung derjenige von 66 bis 100%. Der Zeilensynchronisierimpuls — sehr kurzer Impuls mit steiler Front (100%) und nachfolgendem rechteckigen Signal (83%) — umfaßt 17% der Zeilenlänge. Die für das Zeilensprungverfahren erforderliche Phasenverschiebung stellt sich selbsttätig ein, so daß die Bildsynchronisierimpulse zu Beginn jeden Rasters immer dieselbe Phase haben können. Die Zeilensynchronisierimpulse werden bei dem einen Halbbild bis auf eine halbe Zeilenlänge gegen ihren Ausgangswert verzögert und dann in ihrer Phase konstant gehalten. Gegen Ende dieses Halbbildes wird die Phasenverschiebung durch Beschleunigung wieder aufgehoben, so daß am Anfang und Ende jedes Rasters die Zeilen beider Raster zusammenfallen. Zur Errichtung der Phasenverschiebung sind etwa 30 Zeilen je Bild erforderlich.

Das System der „Compagnie Radio-Industrie“ entspricht in Zeilenzahl und Modellierungsart dem System Thomson-Houston. Die Bildgröße beträgt 18×21 cm². Die rechteckigen Zeilensynchronisierimpulse umfassen 15 bis 20% der Zeilenlänge und werden fortlaufend gesendet. Während der Bildsynchronisierung (5% der Dauer eines Rasters = 23 Zeilen je Bild) wird die Amplitude auf 10% heruntergetastet. Der Verfasser hofft, daß in nächster Zeit eine Normung dieser verschiedenen Systeme erfolgt. [M. Adam, Génie civ. 112 (1938) S. 104; 3 S., 8 Abb.] *Kj.*

Theoretische Elektrotechnik.

621. 383. 42. 001. 2 Untersuchungen an Selenphotoelementen. — L. Bergmann und R. Pelz untersuchen, wie weit Ermüdungs- und Alterungserscheinungen die Anwendung von Selenphotoelementen für wissenschaftliche und genaue Messungen in Frage stellen. Werden die Zellen unter Kurzschluß längere Zeit einer intensiven Belichtung ausgesetzt, so tritt ein Ansteigen der Photo-EMK um 10 bis 20% ein, während der Kurzschluß-Photostrom bei den Lichtstärken bis 4500 Lux nur um 2 bis 4% zunimmt. Dies bedeutet, daß durch die Alterung eine Zunahme des Innenwiderstandes der Zellen eintritt. Für das praktische Arbeiten empfiehlt sich der Schutz gegen Überlastung durch Graufilter oder Aperturbledern und die Anwendung der Kurzschlußstrommessung. In dem für praktische Zwecke in Betracht kommenden Temperaturbereich von -20°C bis $+30^\circ\text{C}$ ist der Temperaturkoeffizient der Photo-EMK $-0,003$ und des Kurzschluß-Photostromes $+0,001$. Beim Übergang von ganzer belichteter Oberfläche zu punktförmiger Belichtung tritt im allgemeinen eine Abnahme des Photoeffekts ein. Die Erscheinung ist aber abhängig von der Wellenlänge des eingestrahlten Lichtes und für die beiden untersuchten Zellentypen verschieden. Endlich wird noch die Trägheit, d. h. der zeitliche Verlauf des Photostromes bei plötzlich einsetzender Belichtung untersucht. Zu der trägheitslosen Abspaltung von Elektronen an der Oberfläche des lichtelektrisch wirksamen Halbleiters kommt ein innerer Photoeffekt hinzu, der, wie bei den reinen Widerstandszellen, eine merkliche Trägheit besitzt. Eine scheinbare Trägheit entsteht noch durch die verhältnismäßig große Kapazität der Zellen zwischen Vorder- und Halbleiter. [L. Bergmann u. R. Pelz, Z. techn. Phys. 18 (1937) S. 177; 14 S., 27 Abb.] *Br.*

621. 317. 728. 001. 5 Eine neue Wechselbeziehung bei Kugelfunkenstrecken. — Während die Aufnahme von Überschlagerwerten zwischen zwei Kugelelektroden bisher entweder rein empirisch oder auf Grund der Peekschen Formel (wonach die Überschlagerspannung von der größten Feldstärke an der Kugeloberfläche in Berücksichtigung der Kugelgröße abhängig war) vorgenommen wurde, gibt Ver Planck auf Grund des Paaschen-Townsendischen Ähnlichkeitsgesetzes ein

neues Verfahren an, um die neuen AIEE-Eichwerte für Kugelfunktenstrecken¹⁾ auch unter Berücksichtigung verschiedener Luftdichte, u. a. besser ausgleichen und auf einen größeren Meßbereich erweitern zu können. Hiernach hängt die Überschlagnungsspannung an zwei Kugelelektroden lediglich von zwei unabhängigen Veränderlichen ab, nämlich von $s\delta$ (Schlagweite · Luftdichte) und s/D (Schlagweite : Kugeldurchmesser). Werden die Spannungswerte in Abhängigkeit von der Schlagweite, und zwar beide im logarithmischen Maßstab aufgetragen, so ergeben sich für jedes Verhältnis s/D von 0,2 bis 1,0 gerade Linien, die ihrerseits wieder zum Ausgleich und zur Aufstellung neuer Eichtafeln (bis 1,5% Genauigkeit) dienen. In der Gleichung $V = K(s\delta)^a$ hängen also die in Tafel- und Kurvenform wiedergegebenen Parameter K und a nur von s/D sowie von der Polarität ab.

Auf entsprechende Weise ergibt sich der Einfluß der Luftdichte δ bei konstanter Schlagweite einfach nach der Beziehung $U = K\delta^a$. Der Einfluß der Luftdichte hängt also nicht, wie bisher nach Peek angenommen wurde, von D , sondern von s/D und von der Polarität ab. Ein Vergleich der neuen Tafel von Ver Planck für den Einfluß der Luftdichte ergibt gegenüber den Peekschen Korrekturfaktoren bei Betriebsfrequenz oder negativer Stoßspannung Unterschiede, die bei $\delta = 0,9$ etwa 1% betragen und für $\delta = 0,5$ je nach der Kugelgröße bis etwa 5% ansteigen. Dabei sind die neuen Korrekturfaktoren für kleine Kugeln (6,25 cm Dmr.) durchgängig kleiner, für größere Kugeln (100 cm Dmr.) dagegen größer als nach Peek. Hierdurch erklären sich vielleicht schon zum Teil die jetzt noch verschiedentlich beobachteten Unterschiede in den gemessenen Überschlagnungsspannungswerten.

(In diesem Zusammenhange möge darauf hingewiesen werden, daß schon vor 13 Jahren unter dem Titel „Graphische Erweiterung des bekannten Bereiches von Eichwerten für Meß-Kugelfunktenstrecken“ von W. Reiche²⁾ ein ähnliches graphisches Verfahren angegeben worden war. Wurden hierbei die Spannungswerte in Abhängigkeit vom Kugeldurchmesser, und zwar beide in logarithmischem Maßstab aufgetragen, wobei als Parameter ebenfalls das Verhältnis s/D benutzt wurde, so ergaben sich ziemlich genau gerade Linien, die nur für die kleinsten Durchmesser etwas von der Geraden abwichen. Jedenfalls ermöglichte auch dieses Verfahren auf bequeme Weise, unbekannte Spannungswerte zu extrapolieren oder bekannte Werte untereinander abzugleichen. Der Ber.) [D. W. Ver Planck, Electr. Engng., Transact. Sect. 57 (1938) S. 45; 4½ S., 5 Abb.] W. W.

Physik.

537. 56 : 537. 52 Zündung und Zündspannungsänderung. — Rogowski, Fucks und Wallraff haben, gestützt auf die Annahme, daß sich die positive Oberflächenionisierung γ mit der Feldstärke ändert, für eine zündende Gasentladung die Charakteristik sowie die Zündspannungssenkung und den Zündstrom bei Fremdonisierung berechnet. Die Gesetzmäßigkeiten sind dem Verlauf und der Größe nach mehrfach durch Versuche bestätigt worden. Bei Edelgasen haben sich jedoch kürzlich³⁾ Abweichungen ergeben, die darauf hindeuten, daß γ feldstärkeunabhängig sein kann. Es wird darum die Theorie auf erweiterter Grundlage dargestellt.

Demnach kann die Elektronenvermehrung nach der ursprünglichen Townsendschen Theorie (Stoßionisation im Gasraum und an der Kathode) wie auch jede den schon vorhandenen Ladungsträgern proportionale Elektronenerzeugung (metastabile und angeregte Atome, Photoeffekt) als „proportionale Eigen-erregung“ gedeutet werden; also Zahl der Ionisierung $Z = k(i - i_0)$, worin i die Stromdichte und i_0 die Fremdstromdichte bedeuten. Den Zündvorgang vermag jedoch nur eine zusätzliche quadratische Eigen-erregung befriedigend zu erklären: $Z = k_1(i - i_0) + k_2 i^2$. Eine solche Erregung war durch die früher allein berücksichtigte Feldstärkeabhängigkeit von γ gegeben. Jedoch muß weiterhin jede quadratische Erregung wieder auf die früheren Gesetzmäßigkeiten zurückführen; diese vermögen deshalb auch die Ergebnisse an Edelgasen zu beschreiben. — Eine zahlenmäßige Diskussion zeigt, daß bei

Molekülgasen der aus der Durchschlagkurve berechnete γ -Verlauf genügt, um die beobachteten Zündspannungsabsenkungen zu begründen. Bei Edelgasen kann die Übereinstimmung nicht befriedigen; jedoch braucht der Raumladungseinfluß auf γ nicht grundsätzlich zu verschwinden. Auch ein Heranziehen der Polaritätseffekte im Zylinderfeld — kleinere Durchschlagsspannung bei negativem Innenzylinder — stützt die Auffassung von der Feldstärkeabhängigkeit der Größe γ ; allerdings, ohne daß diese dadurch quantitativ wiedergegeben würden; ebenso ist die Zündspannungssenkung bei Hochfrequenz zu verstehen. Eine Wiedergabe der Folgerungen, die an die von Schade (a. a. O.) vorgeschlagene Erweiterung des Ionisierungsgesetzes anzuschließen sind, schließt die Arbeit ab. [W. Rogowsky u. A. Wallraff, Z. Phys. 108 (1937) S. 1; 18 S., 7 Abb.] W. W.

537. 533. 72 : 621. 317. 754 Die Grenzen für das Auflösungsvermögen des Elektronenmikroskops. — Nachdem Überblick über den heutigen Stand der Technik dieses Gebietes werden die verschiedenen Fehler bei elektronenmikroskopischen Abbildungen sowie ihre Abhängigkeiten und ihr Zusammenwirken untersucht. Der Vergleich der verschiedenen Fehler untereinander wird dadurch erleichtert und eine einfache Bestimmung des resultierenden Auflösungsvermögens ermöglicht, daß die verschiedenen Fehler stets in die Objektebene zurückprojiziert werden. Die durch den Beugungsfehler und durch den Öffnungsfehler des Objektivs gegebenen Abhängigkeiten haben gegenläufigen Charakter. Es wird nachgewiesen, daß die hierdurch bedingte Grenze des Auflösungsvermögens für 50 kV Beschleunigungsspannung und magnetische Objektive üblicher Bauart bei 10^{-6} mm liegt. Das Erreichen dieser Grenze wird erschwert bzw. verhindert durch den chromatischen Abbildungsfehler der durch Schwankungen der Beschleunigungsspannung, Streuung der Elektronen anfangsgeschwindigkeiten und durch unterschiedliche Abbremsung der Elektronen in der Objektträgerfolie und Objektschicht erst verursacht wird. Nur bei Untersuchungen dünnster Objektschichten und bei sorgfältigster Fernhaltung schwankender Magnetfelder wird es gelingen, der genannten heutigen Auflösungsgrenze praktisch nahe zu kommen. Einen Überblick über die Zahlenwerte der Einzelfehler vermitteln die in der Arbeit gegebenen Kurvenscharen. Die Größe des Gesamtfehlers unter verschiedenen Betriebsverhältnissen der Praxis ist aus der im letzten Teil gegebenen Zahlentafel zu ersehen. Zum Schluß werden quantitative Unterlagen über jene Einflüsse mitgeteilt, die den Kontrast im Bild bestimmen und wird nachgewiesen, daß der Unterschied der räumlichen Streuung am Objektelement in Verbindung mit der nachträglichen Ausblendung durch die Öffnung des Objektivs für die Kontraststeuerung beim Elektronenmikroskop maßgebend sind. Damit das Auflösungsvermögen praktisch ausgenutzt werden kann ist zu verlangen, daß positive oder negative Objektelemente von dem Durchmesser des Auflösungsvermögens einen Helligkeits- und Schwärzungsunterschied von mindestens 10% liefern. Auch für diese Grenze des Leistungsvermögens sind die zahlenmäßigen Unterlagen in der Arbeit gegeben. [M. v. Ardenne, Z. Phys. 108 (1938) S. 338; 15 S., 10 Abb.] eb.

Werkstatt und Baustoffe.

621. 315. 61. 011. 5 Ein Stoff hoher Dielektrizitätskonstante. — Nach einer vorläufigen kurzen Mitteilung von H. Höfer handelt es sich bei dieser Isoliermasse, deren Dielektrizitätskonstante an einem damit ausgefüllten Kondensator nach dem ballistischen Verfahren mit Gleichstrom zu 115 gemessen wurde, um einen aus Kohlenwasserstoffen mit mineralischen Beimengungen bestehenden Stoff. Bei Messungen mit Wechselstrom nahm die Dielektrizitätskonstante mit der Frequenz stark ab und betrug bei 50 Hz 33,3, bei 750 Hz nur mehr 19,3. Die Durchschlagsspannung lag über 100 kV/cm. (Ob die Masse, wie der Verfasser annimmt, beim Bau von Kondensatoren erfolgreiche Anwendung finden kann, muß wenigstens für Hochfrequenzzwecke bei der starken Frequenzabhängigkeit wohl bezweifelt werden, zumal ihre Zusammensetzung aus mineralischen Stoffen und Kohlenwasserstoffen auch einen ziemlich hohen Verlustwinkel vermuten läßt. Der Ber.) [H. Höfer, Z. techn. Phys. 19 (1938) S. 51; ½ S.] W. W.

¹⁾ Electr. Engng. 55 (1936) S. 783.

²⁾ W. Reiche, ETZ 46 (1925) S. 1650.

³⁾ R. Schade, Naturwiss. 25 (1937) S. 568.

AUS ERZEUGUNG UND VERBRAUCH.

Zur Statistik der deutschen Elektrizitätswirtschaft.

621. 311. 003. I (43)

Nachdem in den früheren Arbeiten¹⁾ die deutsche Gesamtstromerzeugung und die Leistungsfähigkeiten während des Zeitraumes von zwölf Jahren nach den Aufzeichnungen des Statistischen Reichsamts jahresweise sowie die Verteilung des Stromes auf öffentliche und Eigenwerke für die Jahre 1926, 1929, 1933 und 1936 behandelt waren, werden in der vorliegenden Arbeit die Energiequellen der

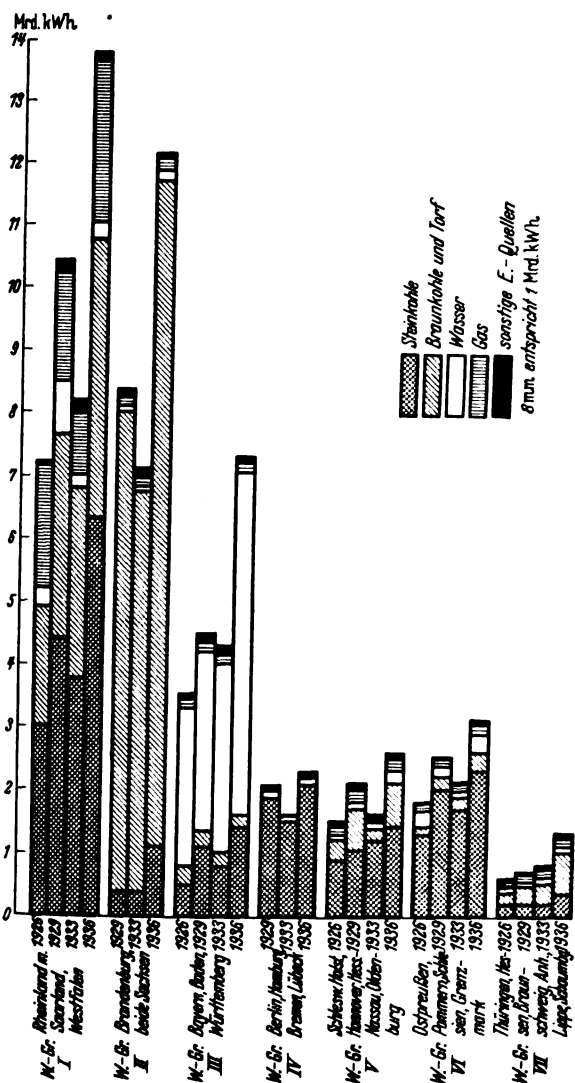


Abb. 1. Energiequellen der Stromerzeugung von 1926, 1929, 1933 bis 1936.

Stromerzeugung, und zwar ebenfalls für die Jahre 1926, 1929, 1933 und 1936, einer Betrachtung unterzogen. Die Anordnung in den beigefügten Zahlentafeln ist die vom Statistischen Reichsamts gegebene; Zahlentafel 1a gibt die Ziffern für die Länder und Provinzen an, während die Zahlentafel 1b die seit 1932 festgelegten Wirtschaftsgruppen enthält. Die Tabellen zeichnen die Ziffern der Gesamtstromerzeugung der Bezirke auf und weisen die Energiequellen nach, aus denen der Strom erzeugt wurde. Die Energiequellen sind geteilt in zwei Ziffern für feste Brennstoffe, und zwar 1. Steinkohlen und 2. Braunkohlen bzw. Torf, ferner 3. Wasserkraft, 4. Gas und 5. sonstige Kraftquellen (Öl, Wind usw.). Unter den effektiven Zahlen der Stromerzeugung im ganzen und je nach der

Zahlentafel 1b. Energiequellen der Stromerzeugung nach Wirtschaftsgruppen von 1926, 1929, 1933 und 1936. Gesamte Stromerzeugung in Mrd. kWh.

Wirtschaftsgruppen	1926					1929					1933					1936				
	Stromerzeugung		Energiequellen		sonstige	Stromerzeugung	Energiequellen		sonstige	Stromerzeugung	Energiequellen		sonstige	Stromerzeugung	Energiequellen		sonstige	Stromerzeugung	Energiequellen	
	St.-Ink.	St.-Ink.	St.-Ink.	St.-Ink.		St.-Ink.	St.-Ink.	St.-Ink.		St.-Ink.	St.-Ink.	St.-Ink.		St.-Ink.	St.-Ink.	St.-Ink.		St.-Ink.	St.-Ink.	St.-Ink.
I. Rheinland, Westfalen	7,18	3,13	1,91	0,19	0,06	10,38	4,40	3,16	0,14	2,44	8,13	3,78	3,01	1,03	0,12	13,78	6,32	4,41	0,34	2,69
II. Brandenburg, Sachsen (Prov.) u. Sachsen	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
III. Bayern, Baden (Prov.) u. Württemberg	3,49	0,50	0,33	2,51	0,05	8,34	0,37	7,75	0,10	0,08	7,06	0,38	0,30	0,12	0,12	12,14	1,09	10,83	0,23	0,15
IV. Berlin, Hamburg, Bremen u. Lübeck	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
V. Schleswig-Holstein, Hannover, Hessen-Nassau, Oldenburg	1,48	0,86	0,31	0,11	0,03	2,14	1,12	0,81	0,13	0,24	1,90	0,84	0,45	0,16	0,11	2,59	1,39	0,88	0,20	0,28
VI. Ostpreußen, Pommern, Schlesien, Grenzmark	1,80	1,34	0,13	0,26	0,01	2,49	1,99	0,23	0,17	0,07	2,17	1,68	1,18	0,19	0,08	3,08	2,37	0,23	0,31	0,15
VII. Thüringen, Hessen, Braunschweig, Anhalt, Lippe, Schatz.	0,58	0,17	0,30	0,04	0,02	0,73	0,23	0,41	0,03	0,03	0,79	0,24	0,39	0,10	0,02	1,32	0,44	0,67	0,18	0,02
Deutsches Reich	14,51	6,00	2,98	3,11	0,17	30,65	11,20	12,42	3,64	3,02	25,65	9,25	10,48	4,07	1,39	42,49	16,10	16,80	9,93	3,40
	100	42	20	21	16	100	37	40	11	10	100	36	41	16	3	100	33	40	16	8

1) ETZ 59 (1938) H. 7, S. 179; H. 14, S. 354.

Energiequelle sind die prozentualen Verhältniszahlen zur Gesamtstromerzeugung des Landesbezirks bzw. der Wirtschaftsgruppe in klein gedruckten Ziffern angegeben. Für die Zahlentafel 1b ist die Abb. 1 beigegeben. In diesen erscheinen die sieben Wirtschaftsgruppen mit den darin zusammengeschlossenen Ländern; die mit den

Jahreszahlen bezeichneten Stäbe führen die tatsächliche Stromerzeugung auf. Die Stäbe sind unterteilt gemäß der Zahlentafel 1b in die fünf Abschnitte Kohle, Braunkohle bzw. Torf, Wasser, Gas und sonstige Energiequellen und durch verschiedene Schraffierung gegeneinander gekennzeichnet.
B. Thierbach.

621. 311 + 621. 433. 003. I Verbundbetrieb zwischen Elektrizitätswerk und Gaswerk. — In vielen Fällen sind die Erzeugungsanlagen eines Gaswerks im Verhältnis zu dem Gasbedarf im Stadtnetz zu groß bemessen. Die Erzeugung jener Gasmengen, die sich aus dem Unterschied zwischen der Leistungsfähigkeit des Gaswerks und dem Gasbedarf im Stadtnetz ergeben, erfordert keine erheblichen zusätzlichen Kosten. Die Gesteungskosten dieses Überschussgases werden im allgemeinen zwischen 1 bis 2 Rpf/m³ liegen. Wenn man bedenkt, daß eine Gasmaschine etwa einen Kubikmeter Leuchtgas zur Erzeugung einer Kilowattstunde benötigt, wobei also Brennstoffkosten von 1 bis 2 Rpf/kWh entstehen, während Dieselmotoren nach den Preis- und Zollerhöhungen für Dieselöl Brennstoffkosten von etwa 6,5 Rpf/kWh erfordern, so ist es einleuchtend, daß durch einen Verbundbetrieb zwischen Gaswerk und Elektrizitätswerk, bei dem das Überschussgas zur Stromerzeugung verwendet wird, unter Umständen erhebliche Ersparnisse zu erzielen sind. Im Elektrizitätswerk müßten dann entweder eine oder mehrere neue Gasmaschinen aufgestellt oder vorhandene Dieselmotoren auf Gasbetrieb umgestellt werden. Unter Umständen wird die Wirtschaftlichkeit des Elektrizitätswerks selbst dann noch verbessert, wenn zusätzliche Anlagen im Gaswerk erstellt werden, oder wenn das Gas fremdbezogen werden muß. In den meisten Fällen wird die Menge des verfügbaren Leuchtgases nicht so groß sein, daß es als einziges Betriebsmittel im Elektrizitätswerk verwendet werden könnte. Bei reiner Eigenerzeugung kommt als zweite Energieform Sauggas in Frage; beim Verbundbetrieb mit einem Überlandwerk wird eine entsprechende Strommenge bezogen. Die Betriebsweise richtet sich nach den vorhandenen Maschinenleistungen und den Speichermöglichkeiten des Leuchtgases, beim Verbundbetrieb mit einem Überlandwerk auch nach dessen Tarifbildung. [W. Weingärtner, Z. öffentl. Wirtsch. 5 (1938) S. 51; 2 S.] eb.

621. 311. 003. I. (44) Frankreichs Elektrizitätsversorgung 1937. — Die Stromerzeugung stieg in den ersten zehn Monaten des vergangenen Jahres gegenüber dem gleichen Zeitraum des Vorjahres um 9,16%; hierbei wäre allerdings zu beachten, daß 1936 für die französische Elektroindustrie ein Jahr der wirtschaftlichen Wirren und Streike war, und daß sich die Zunahme im vergangenen Jahr im Vergleich zu 1935 auf nur 5,4% beläuft¹⁾. Die Stromerzeugung ist im letzten Vierteljahr des vergangenen Jahres etwas zurückgegangen, entsprechend der allgemeinen Erlahmung der französischen Wirtschaft und vor allem jener des nördlichen, industriellen Frankreich.

Neue Wärmekraftwerke wurden im vergangenen Jahr nicht in Betrieb gesetzt; doch sind auf diesem Gebiet beachtenswerte Erweiterungen und Modernisierungen zu verzeichnen. In den beiden Vorjahren 1935 und 1936 wurden mehrere große und im vergangenen Jahr einige kleinere Wasserkraftwerke in Betrieb gesetzt und die Arbeiten für das neue Werk von Génissiat (Rhône), das das größte in Frankreich sein wird, und der Ausbau des Wasserfalles des Aigle (Dordogne) fortgesetzt. Weiter wurde der Ausbau des Wasserfalles der Neste, der ins Stocken geraten war, wieder aufgenommen. Seit 1935 übertrifft die Stromerzeugung durch Wasserkraft die Erzeugung aus Wärmekraftwerken; im Jahre 1935 machte sie 51% der gesamten Stromerzeugung aus, im Jahre 1936 waren es 53%, im vergangenen Jahr dürften es noch mehr sein.

Größere Fortschritte wurden auf dem Gebiet der Überlandzentralen und der Verbindung der Leitungsnetze überhaupt gemacht. Paris und dessen Umgebung wird nunmehr mit Strom aus dem Massif central, dem Rheingebiet und den Alpen zusätzlich versorgt, bei einer Spannung von 220 kV. Aber auch das an Wasserkraft arme westliche Frankreich wird nunmehr durch Errichtung neuer Leitungen in höherem Maße mit elektrischem Strom versorgt.

Der Preis für elektrische Energie wurde seit 1919 durch einen Index geregelt, den man aber im Jahre 1936 infolge der außergewöhnlichen Zunahme vieler Unkosten (Löhne, Kohle usw.) aufgab. Ende des vergangenen Jahres wurde ein neuer,

auf einer größeren Zahl von Faktoren beruhender Index ausgearbeitet, was ein Steigen der Preise für die Kilowattstunde um einige Centimes zur Folge hatte. Dies geringe Steigen der Preise für die Elektrizität steht allerdings in keinem Verhältnis zu dem Emporschnellen fast aller anderen Preise.

Trotzdem nahm der Verbrauch von elektrischer Energie für die Beleuchtung und für industrielle Zwecke nicht in dem erwarteten Maß zu, mit Ausnahme der elektrochemischen und der elektrometallurgischen Industrien, bei denen eine Zunahme um rd. 20% zu verzeichnen war. Immerhin ist auch eine Zunahme des Haushaltsstromes für 1937 zu erwarten; sie ist mit einer sehr großzügigen und geschickten Propaganda seitens der stromerzeugenden Industrie zu erklären. Die Zunahme des Bahnstromes ist trotz der fortschreitenden Elektrisierung deshalb nicht besonders groß, weil gleichzeitig viele elektrisch betriebene Linien stillgelegt wurden. Neue elektrische Linien sind Paris—Le Mans (Etat), Paris—Sceaux (Orléanslinie) und Tours—Bordeaux (teilweise noch nicht ganz im Betrieb). Nach Durchführung der Elektrisierungspläne¹⁾ wird das gesamte französische Bahnnetz über rd. 3300 km verfügen, bei einem jährlichen Verbrauch von rd. 600 Mill kWh.

Die Versorgung der ländlichen Bezirke mit elektrischem Strom hat keine großen Fortschritte gemacht, da man vor allem das Ziel zu erreichen bestrebt ist, von dem Bezug von Energie in allen Formen aus dem Ausland unabhängig zu werden. Ubb.

621. 311. I (437) Die tschechoslowakische Stromerzeugung. — Im Jahre 1937 erreichte die gesamte Stromerzeugung fast 4 Mrd kWh, sie war also gegenüber der Erzeugung von 1936 um rd. 20% und gegenüber dem letzten Hochkonjunkturjahr 1929 sogar um rd. 42% höher. Am 1. 1. 37 waren 55,9% aller Gemeinden und Ansiedlungen in der Tschechoslowakei an ein Stromversorgungsnetz angeschlossen. Damit werden etwa 77,2% der Bevölkerung mit Strom versorgt. Die Aussichten für die Stromerzeugung können auch für das laufende Jahr als günstig bezeichnet werden, nachdem eine weitere Reihe von Ortschaften an die Überlandnetze angeschlossen wurde. Nach einer Erklärung des Arbeitsministers im Parlament soll ferner das Höchstspannungsnetz der Republik durch Bau einer West-Ost-Querleitung schon in nächster Zeit eine bedeutsame Erweiterung erfahren. Der westliche Stützpunkt derselben soll vorläufig Prag, der im Osten Podbrezova (Mittelslowakei) sein. Die auf 16,3 Mill RM veranschlagten Kosten dieser vornehmlich zur Kupplung der im Westen und Osten der Republik befindlichen Energie- und Verbrauchszentren dienenden Fernleitung sollen mit Hilfe eines besonderen Gesetzes gedeckt werden.
G. W. M.

62. 007 Der unabhängige Beratende Ingenieur in seiner Bedeutung für das Wirtschaftsleben. — Die treuhänderische Tätigkeit des freischaffenden, in keinem Abhängigkeitsverhältnis stehenden Beratenden Ingenieurs ist für die Gesamtheit unseres Volkes von großem Nutzen, was im Dritten Reiche sowohl von behördlichen Stellen als auch in industriellen und sonstigen Kreisen in steigendem Maße mehr und mehr erkannt wird. Die Inanspruchnahme des unabhängigen Beratenden Ingenieurs für die Planung und Entwurfsbearbeitung, für technische und technisch-wirtschaftliche Beratungen und Gutachten wächst von Jahr zu Jahr. Der unabhängige Beratende Ingenieur bearbeitet nur die Fachgebiete, die er vollständig beherrscht. Er wird keinerlei Beratungen und Begutachtungen übernehmen, denen er nur zum Teil gewachsen ist. Er muß zu seiner Berufsausübung umfassende Kenntnisse und Erfahrungen auf dem von ihm zu bearbeitenden Gebiete besitzen, die erheblich über der durchschnittlichen Sachkunde eines wohlausgebildeten Fachmannes stehen. Nach der Satzung des Vereins Beratender Ingenieure (VBI) dürfen nur solche ehrbaren Ingenieure in den Verein aufgenommen werden und sich damit als Beratende Ingenieure VBI bezeichnen, die selbständig, unabhängig und technisch

¹⁾ Im vergangenen Jahr wurden auch die Vorarbeiten für die Elektrisierung der Strecke Brive—Montauban beendet, die letzte, noch nicht elektrisierte Teilstrecke der Linie Paris—Toulouse. Siehe auch Bericht in ETZ 59 (1938) H. 7, S. 177, Abb. 2 (Karte).

¹⁾ S. a. ETZ 56 (1935) S. 877.

befähigt sind. Als unabhängig gilt nur, wer den freien Ingenieurberuf unter Ausschluß von Handelsvertretungen sowie Handels- und Fabrikationsgewinnen als Sachwalter seines Auftraggebers ausübt. Die Selbständigkeit hat zur Voraussetzung, daß der Beruf auf eigene Rechnung und in eigenen Geschäftsräumen ausgeübt wird, und daß der betreffende Ingenieur weder in einem Beamten- noch in einem Angestelltenverhältnis steht. Unter Mitwirkung der in Frage kommenden anerkannten Organisationen wird sich in Deutschland der Berufsstand der unabhängigen Beratenden Ingenieure zweifelsohne so entwickeln, daß er in absehbarer Zeit dem schon seit langem bestehenden Berufsstand der amerikanischen „Consulting Engineers“ entspricht. [A. Plümcke, Techn. u. Wirtsch. 30 (1937) S. 247; 1½ S.] eb.

STATISTISCHE MITTEILUNGEN

(Mitgeteilt von der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.)

Die deutschen Gesellschaften m. b. H. in der Elektroindustrie im Jahre 1937. — Ende des Jahres 1937 gab es in der deutschen Elektroindustrie 595 Gesellschaften m. b. H. mit einem Stammkapital von 131 Mill RM. Die Zahl der Gesellschaften m. b. H. hat im Jahre 1937 um 188 oder ein Viertel des Bestandes zu Ende 1936 abgenommen, während das Stammkapital, soweit es auf RM lautet, im gleichen Zeitraum um 16 Mill RM erhöht wurde. Die Gründe für den Rückgang der Zahl der Gesellschaften gegenüber einer beachtlichen Erhöhung des Stammkapitals waren folgende: Das Durchschnittskapital der im Jahre 1937 gegründeten Gesellschaften m. b. H. in der Elektroindustrie betrug 3,57 Mill RM; es war also bedeutend höher als das Durchschnittskapital der aufgelösten Gesellschaften mit 41 000 RM. Der Betrag der Kapitalerhöhung belief sich auf 3 Mill RM, während andererseits keine Kapitalherabsetzung stattgefunden hat¹⁾.

Die Entwicklung der Gesellschaften m. b. H. war im Jahre 1937 wie auch in den Vorjahren durch einen erheblichen Umfang von Auflösungen bestimmt. Es handelt sich dabei überwiegend um solche Gesellschaften, die gemäß der nationalsozialistischen Forderung nach Klarlegung der Wirtschaftsbeziehungen die Unternehmungsform auf die tatsächliche Unternehmungsstruktur abgestimmt haben. Von den im Jahre 1937 aufgelösten 195 Gesellschaften m. b. H. sind 131 in Personalgesellschaften und Einzelhandelsfirmen umgewandelt worden. Die Gesellschaften m. b. H. haben sich dabei größtenteils der durch das Umwandlungsgesetz geschaffenen Erleichterungen bedient. In Vollzug des genannten Gesetzes sind im Jahre 1937 137 Umwandlungen, d. h. mehr als zwei Drittel aller Auflösungen durchgeführt worden, die diese in Zahlentafel 1 angegebene Unternehmungsform gewählt haben.

Zahlentafel 1.

Unternehmungsform	Zahl	Stammkapital in 1000 RM
Aktiengesellschaft	3	83
Kommanditgesellschaft	31	1441
Offene Handelsgesellschaft	45	1973
Einzelhandelsgesellschaft	55	2411
Gesellschaft bürgerlichen Rechts	3	347
Insgesamt	137	6255

Zahlentafel 2. Bestand nach Kapitalgrößenklassen.

Stichtag	500 bis unter 50 000 RM		50 000 bis unter 500 000 RM		500 000 RM und darüber		Zusammen	
	Zahl	Stammkapital	Zahl	Stammkapital	Zahl	Stammkapital	Zahl	Stammkapital
	Stammkapital in Mill RM							
31. 12. 1936	581	10	166	21	36	84	783	115
31. 12. 1937	432	8	26	17	37	106	595	131

Die Gründungen hatten nur einen sehr geringen Umfang. Im Jahre 1937 wurden 8 Gesellschaften m. b. H. mit einem Stammkapital von zusammen 30 Mill RM neu geschaffen.

Die Betrachtung des Bestandes nach Kapitalgrößenklassen ergibt (Zahlentafel 2), daß rd. zwei Drittel aller Gesellschaften

¹⁾ Die Erhöhung des gesamten Stammkapitals der Gesellschaften m. b. H. in der elektrotechnischen Industrie ist zu einem wesentlichen Teil auch auf die Umwandlung der Robert Bosch AG. (Stammkapital 30 Mill RM) in eine Gesellschaft m. b. H. zurückzuführen.

m. b. H. über ein Stammkapital von weniger als 50 000 RM verfügen. Der Bestand der Gesellschaften m. b. H. mit einem Kapital von über 5 Mill RM, einer übrigens im allgemeinen für die G. m. b. H.-Form schon ungewöhnlichen Größe, ist mit 6 Gesellschaften gleich geblieben, während die Zahl der ganz kleinen Gesellschaften (bis 20 000 RM) — 1936: 204; 1937: 146 — mehr und mehr im Verschwinden begriffen ist, da neue Gesellschaften dieser Kapitalgröße nicht mehr gegründet werden dürfen.

Beschäftigung der deutschen Elektroindustrie. — Der allgemeine Wirtschaftsaufschwung und die durch die Maßnahmen des Vierjahresplanes bedingten Leistungssteigerungen bewirken eine stetige Erhöhung der Beschäftigung in der Elektroindustrie (Zahlentafel 1).

Zahlentafel 1. Beschäftigte Personen in der deutschen Elektroindustrie.

Jahr	Beschäftigte	Beschäftigtenindex 1928/29 = 100
1925	266 000	80,1
1928	331 000	100,0
1929	333 000	100,0
1932	183 000	55,1
1934	254 000	76,5
1936	312 000	94,0
1937	359 000	108,1

Zu Anfang des Jahres 1938 waren in der Elektroindustrie rd. 400 000 Personen beschäftigt. Damit wurde die Konjunkturspitze 1928/29 bei weitem überschritten. Am Krisentief gemessen, hat sich die Zahl der in der Elektroindustrie Beschäftigten innerhalb von fünf Jahren mehr als verdoppelt. Die Zahl der geleisteten Arbeiterstunden hat 1937 erstmalig nach der Krise den Stand von 1929 überschritten und zeigt, wie aus den Vierteljahresangaben (Zahlentafel 2) ersichtlich ist, weiterhin steigende Tendenz.

Zahlentafel 2. Entwicklung von Beschäftigung und Arbeitszeit.

Jahresdurchschnitt	Geleistete Arbeiterstunden 1929 = 100	Durchschnittliche tägliche Arbeitszeit je Arbeiter in Stunden
1929	100,0	7,45
1932	40,4	5,88
1934	74,3	7,31
1936	94,8	7,69
1937	113,3	7,78

Für die Beurteilung des Produktionsvolumens ist es wichtig, daß die durchschnittliche tägliche Arbeitszeit je Arbeiter Ende 1937 mit 7,93 Stunden erheblich über der des letzten Vorkrisenjahres liegt.

Umsatz der deutschen Elektroindustrie. — Der Gesamtumsatz der deutschen Elektroindustrie wird für das Jahr 1937 auf rd. 2,5 Mrd RM geschätzt (Zahlentafel 1). Gegenüber dem Vorjahr bedeutet das eine weitere Steigerung. In dem Zeitraum von nur vier Jahren (1933—1937) konnten die Umsätze verdoppelt werden. Hinsichtlich der Verteilung des Gesamtumsatzes auf den In- bzw. Auslandsmarkt ist die Tatsache von Bedeutung, daß die durch den erhöhten Eigenverbrauch der deutschen Wirtschaft bedingte Steigerung des Inlandanteils sich 1936 nicht mehr fortsetzte. Für das Jahr 1937 wird schon wieder ein gegenüber dem Vorjahr höherer Auslandsanteil errechnet. Die seit 1933 zu beobachtende Steigungstendenz der Gesamtumsätze hält an.

Zahlentafel 1. Umsätze der deutschen Elektroindustrie.

Jahr	Umsatz ¹⁾ in Mrd RM			Vom Gesamtumsatz entfallen in % auf	
	insgesamt	Inland	Ausland ²⁾	Inland	Ausland
1932	1,224	0,846	0,378	69	31
1933	1,260	0,990	0,270	79	21
1934	1,726	1,480	0,246	86	14
1935	2,046	1,791	0,255	88	12
1936	2,268	1,999	0,269	88	12

¹⁾ 1932 bis 1935: Eigene Erhebung der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie; 1936: Ergebnisse der amtlichen Produktionserhebung 1936.

²⁾ Die hier ermittelten Ergebnisse der Elektroausfuhr liegen höher als diejenigen der amtlichen Außenhandelsstatistik, da in letzterer die nicht-elektrotechnischen Erzeugnisse der Elektroindustrie nicht einbezogen sind und Elektroerzeugnisse mehrfach über nicht elektrotechnische Positionen laufen.

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus
Fernsprecher: 30 06 31. — Postscheckkonto: Berlin 21312.
Postscheckkonto für Mitgliedsbeiträge: Berlin 1810 00.

Zur Beachtung!

40. Mitgliederversammlung des VDE in Köln a. Rh. vom 22. bis 25. Mai 1938.

Das Jungingenieurtreffen am Sonntag, dem 22. Mai 1938, wird mit Rücksicht auf die Zugverbindungen nach Köln von 18⁰⁰ auf 20⁰⁰ verschoben.

VDE-Fachberichte 1938.

Während der 40. Mitgliederversammlung werden am Montag, dem 23. Mai vormittags und nachmittags, sowie am Dienstag, dem 24. Mai vormittags, insgesamt 60 Fachberichte in 15 Fachgruppen vorgetragen. Die Fachberichte finden im Kongreßhaus des Messe- und Ausstellungsgeländes in Köln-Deutz statt. Die Gruppen, die Themen der einzelnen Berichte sowie der Zeitplan werden nachstehend bekanntgegeben. Ein ausführliches Programmheft mit Inhaltsübersichten der einzelnen Berichte geht den Teilnehmern an der Tagung gleichzeitig mit dem Teilnehmerheft zu; dieses Programmheft kann auch unmittelbar von der Geschäftsstelle des VDE kostenlos bezogen werden. Für jeden Bericht ist eine Vortragsdauer von 20 Minuten vorgesehen, die gleiche Zeit steht für die Aussprache zur Verfügung, an der sich jeder Fachgenosse beteiligen kann. Zur Vorbereitung der Aussprachen werden VDE-Mitgliedern Fahnenabzüge auf Anforderung kostenlos zugestellt; diesbezügliche Anfragen sind ebenfalls an die Geschäftsstelle des VDE zu richten. Die Vorführung von Lichtbildern während der Aussprachen ist gestattet, jedoch ist vorher die Genehmigung des Einführenden der betreffenden Fachberichtsgruppe einzuholen. Sämtliche Berichte mit den zugehörigen Aussprachen werden in dem nach der Tagung erscheinenden Sammelband „VDE-Fachberichte 1938“ veröffentlicht.

Vorläufiger Zeitplan der VDE-Fachberichte 1938.

(Änderungen vorbehalten.)

Montag, den 23. Mai 1938, vormittags

Nr.	Zeit	Saal 4 A I Energie- übertragung	Saal 1 B I Elektro- maschinenbau	Saal 5 C I Meßtechnik	Saal 2 D I Elektrophysik	Saal 3 E I Telegraphie und Telefonie
1	9 ⁰⁰ —9 ³⁰	Maurer	Trettin	Schmidt	Lübecke	Mentz
2	9 ³⁰ —10 ⁰⁰	v. Mangoldt	Volgt	Pieplow	Corda	Meyer
3	10 ⁰⁰ —10 ³⁰	Stöhr	Kunoth	Poleck	Merz	Fülling
4	10 ³⁰ —11 ⁰⁰	Ellspermann	Fischer	Hochhäusler	Feuerhake	Wild
	11 ⁰⁰ —12 ¹⁵	Schmidt	Reiche	Gutwill	Schaudinn	Schluweck

Montag, den 23. Mai 1938, nachmittags

Nr.	Zeit	A II Starkstromkabel	B II Industrielle Antriebe	C II Meßtechnik	D II Steuerung, Regelung und Schutzschaltung	E II Telegraphie und Telefonie
1	15 ⁰⁰ —15 ³⁰	Meyer	Schiebeler	Palm	Schäfer	Busch
2	15 ³⁰ —16 ⁰⁰	Kaiser	Engel	Obenaus	Noack	Schmid
3	16 ⁰⁰ —16 ³⁰	Vogel	Jäger	Keller	Krautwig	Häbeler
4	16 ³⁰ —17 ⁰⁰	Losser	Haller	Sorge	Krahl	Kluge
	17 ⁰⁰ —18 ¹⁵	Ziegler	Roth	Dallmann	Miehlich	Wuckel

Dienstag, den 24. Mai 1938, vormittags

Nr.	Zeit	A III Schaltanlagen und Schaltgeräte	B III Elektrowärme	C III Isolierstoffe	D III Steuerung, Regelung und Schutzschaltung	E III Funktechnik
1	9 ⁰⁰ —9 ³⁰	Estorff	Hase	Nitsche	Schimpf	Meißner
2	9 ³⁰ —10 ⁰⁰	Mayr	Wiedemann	Pinten	Stark	Gehrts
3	10 ⁰⁰ —10 ³⁰	Foltzik	Germann	Beck	Titze	Reichardt
4	10 ³⁰ —11 ⁰⁰	Maskow	Nawo	Roelig	Wier	Steinel
	11 ⁰⁰ —12 ¹⁵	Kassau	Schau	Ludendorff	Stößinger	Gerwig

Änderungen des Zeitplanes, der Einführenden, der Vortragenden und der Berichte bleiben vorbehalten.

A.

Gruppe A I. Energieübertragung.

(Montag, 23. Mai 1938, vormittags)

Einführender: Dr.-Ing. W. Maurer VDE, Essen.

1. W. von Mangoldt „Gesättigte Drosseln zur Spannungshaltung in Großkraftübertragungen“
2. M. Stöhr „Vergleichende Untersuchungen über das Konstantstrom- und Konstantspannungssystem bei der Gleichstromübertragung“
3. E. Ellspermann „Neue Wege in der Stromversorgung der Großbauten unserer Zeit“
4. A. M. Schmidt „Neue Wege für Erstellung und Installation baugerechter Verteilungsgruppen“

Gruppe A II. Starkstromkabel.

(Montag, 23. Mai 1938, nachmittags)

Einführender: Direktor Dr. phil. U. Meyer VDE, Köln.

1. F. Kaiser „Ausnutzung der Belastungsmöglichkeit von Kabeln durch Verwendung von Temperatur-Überwachungseinrichtungen“
2. W. Vogel und K. Schmitt „Neue Verfahren zur Prüfung der Hochspannungskabelisolation“
3. A. Losser „Das thermisch stabilisierte Kabel (TH-Kabel)“
4. H. Ziegler „Bisherige Erfahrungen über Verlegung und Betrieb von Niederspannungs-Porzellankabeln“

Gruppe A III. Schaltanlagen und Schaltgeräte.

(Dienstag, 24. Mai 1938, vormittags)

Einführender: Dr.-Ing. W. Estorff VDE, Berlin.

1. O. Mayr „Kurzschluß-Fortschaltung“
2. R. Foltzik „Über künstlich erzeugte stromstarke Stoßentladungen bis 300 000 A“
3. H. Maskow „Untersuchungen über Explosionsvorgänge von Benzindampf-Luftgemischen und ihre Beherrschung in der Erstellung von Niederspannungsanlagen“
4. F. Kassau „Luftschütze zum Steuern von Hochspannungsmotoren großer Leistung“

B.

Gruppe B I. Elektromaschinenbau.

(Montag, 23. Mai 1938, vormittags)

Einführender: Dr.-Ing. C. Trettin VDE, Berlin.

1. H. Voigt „Eine neue Schaltung zur Stabilisierung der doppelgespeisten synchronen Drehfeldmaschine“
2. K. Kunoth „Neuzeitliche Zweistabwicklungen für Wechselstromgeneratoren“
3. K. Fischer „Die Grenzen der Verwendbarkeit von öllosen Transformatoren neuzeitlicher Konstruktion im Netzbetrieb“
4. W. Reiche „Elektrostatische Probleme des Trockentransformators“

Gruppe B II. Industrielle Antriebe.

(Montag, 23. Mai 1938, nachmittags)

Einführender: Direktor C. Schiebeler VDE, Berlin.

1. W. Engel „Planung von Schaltgeräten für Industrie-Steuern“
2. Th. Jäger „Die elektrischen Steuerungen neuzeitlicher Abraumgeräte für Braunkohlengruben“
3. K. Haller „Lichtelektrische Kopiersteuerung für Werkzeugmaschinen“
4. K. E. Roth „Notreversierbare Regelantriebe in der Gummi-Industrie“

Gruppe B III. Elektrowärme.

(Dienstag, 24. Mai 1938, vormittags)

Einführender: Prof. Dr. R. Hase, Hannover.

1. Th. Wiedemann „Versuche und Ausführungen mit Neu- und Umstellstoffen bei Elektrowärme-Kleingeräten, Elektro-Haushalterden und Elektro-Warmwasserspeichern“
2. K. Germann „Der Rohrheizkörper als Bauelement gewerblicher und industrieller Heizeinrichtungen“
3. L. Nawo „Die elektrische Kochplatte“
4. A. Schau „Der elektrische Turmofen, ein Ofen mit Wärmerückgewinnung“

C.**Gruppe C I. Meßtechnik.**

(Montag, 23. Mai 1938, vormittags)

Einführender: Oberreg.-Rat Dr. R. Schmidt VDE, Berlin.

1. H. W. Pieplow „Die Meßgenauigkeit technischer Elektronenstrahl-Oszillographen“
2. H. Poleck „Ein neues Oberwellen-Meßgerät“
3. P. Hochhäusler „Kondensatoren und Kondensatordurchführungen mit Meßanzapfung als kapazitive Spannungsteiler“
4. K. Gutwill „Hochfrequente Messung magnetischer Suszeptibilitäten“

Gruppe C II. Meßtechnik.

(Montag, 23. Mai 1938, nachmittags)

Einführender: Oberreg.-Rat Dr. A. Palm VDE, Frankfurt a. M.

1. F. Obenaus „Zerstörungsfreie Prüfung von keramischen Hochspannungs-Isolatoren durch Verlustwinkelmessung und Beanspruchung mit ungedämpfter Hochfrequenzspannung“
2. A. Keller „Prüfeinrichtung zum Messen des Übersetzungsverhältnisses von Leistungstransformatoren“
3. J. Sorge „Einige Verbesserungen auf dem Fernmeßgebiet für den praktischen Betrieb“
4. H. Dallmann „Die stetige Mittelwertbildung von Leistungen“

Gruppe C III. Isolierstoffe.

(Dienstag, 24. Mai 1938, vormittags)

Einführender: Prof. Dr.-Ing. R. Nitsche VDE, Berlin.

1. P. Pinten „Die härtbaren Harze im Dienste der Elektrotechnik“
2. H. Beck „Die Verwendung nicht härtpbarer Kunststoffe für die Elektro-Isolation“
3. H. Roelig „Buna in der Elektrotechnik“
4. G. H. Ludendorff „Isolierte Leitungen und Kabel neuartigen Aufbaues, Versuche der Deutschen Reichsbahn mit deutschen Werkstoffen“

D.**Gruppe D I. Elektrophysik.**

(Montag, 23. Mai 1938, vormittags)

Einführender: Prof. Dr. E. Lübcke, Berlin.

1. O. Cords „Die elektrischen Eigenschaften einer Fadenaufhängung des Leiters bei Hochfrequenzkabeln“
2. L. Merz „Messung und Aufzeichnung kleinster Gleichspannungen mit einem lichtelektrischen Kompensator“
3. P. Feuerhake „Röntgeneinrichtungen für Werkstoffuntersuchung, Aufbau und Verwendung in der Elektrotechnik“
4. K. Schaudinn „Zum Stromdurchgang durch Porzellan bei hohen Temperaturen“

Gruppe D II. Steuerung, Regelung und Schutzschaltung.

(Montag, 23. Mai 1938, nachmittags)

Einführender: Direktor Dr.-Ing. W. Schäfer VDE, Berlin.

1. H. Noack „Lichtelektrische Geräte zur Betriebsüberwachung“
2. F. Krautwig „Das Transkommandosystem unter besonderer Berücksichtigung der Rückwirkung auf das Drehstromnetz“
3. G. Krahel „Neuere Stromrichterstellungsverfahren und ihre praktische Bedeutung“
4. R. Michlich „Über Wirkungsweise und Eigenschaften magnetischer Netzspannungsgleichhalter“

Gruppe D III. Steuerung, Regelung und Schutzschaltung.

(Dienstag, 24. Mai 1938, vormittags)

Einführender: Dr.-Ing. R. Schimpf VDE, Berlin.

1. G. Stark „Die Anwendung eines neuartigen Meßgliedes in Schnelldistanzrelais“
2. H. Titz „Die Planung von Schutzsystemen unter Berücksichtigung mehrerer gleichzeitiger oder kurz aufeinanderfolgender Fehler“
3. H. Wierler „Gesetze des planmäßigen Maschineneinsatzes und der Lastverteilung sowie ihre Bewertung“
4. H. Stöbinger „Selbststeuertechnik bei der Stromerzeugung mit Antrieb durch Verbrennungsmotoren und ihre Bedeutung für industrielle Anwendung“

E.**Gruppe E I. Telegraphie und Telephonie.**

(Montag, 23. Mai 1938, vormittags)

Einführender: Ministerialrat A. Mentz VDE, Berlin.

1. U. Meyer „Elektrische Nachrichtenübermittlung und Frequenzen“
2. H. Fülling und V. Gandtner „Fernwahl auf Zweidrahtleitungen für gleichzeitige Telegraphie und Telephonie“

3. W. Wild „Der Schutz selbsttragender Luftkabel gegen Beschädigung durch Blitzschläge“

4. F. Schiweck „Fortschritte in der Technik der Telegraphenrelais“

Gruppe E II. Telegraphie und Telephonie.

(Montag, 23. Mai 1938, nachmittags)

Einführender: Prof. Dr. H. Busch VDE, Darmstadt.

1. A. Schmid „Fortschritte im Bau und in der Anwendung von Trägerfrequenz-Vielfachsystemen“
2. G. Häbler „Einstufige Trägerfrequenzsysteme für höhere Frequenzen“
3. M. Kluge „Einfluß der Verstärkung auf die Reichweite von Mittelfrequenz-Trägerstromverbindungen“
4. G. Wuckel „Trägerstromkabel für Gegenrichtungsbetrieb“

Gruppe E III. Funktechnik.

(Dienstag, 24. Mai 1938, vormittags)

Einführender: Prof. Dr. A. Meißner VDE, Berlin.

1. A. Gehrts und A. Semm „Die Funktechnik der Deutschen Reichspost — Die Stromversorgung der Rundfunksender“
2. W. Reichardt „Die Technik bei der Reichs-Rundfunk G. m. b. H. in den letzten Jahren“
3. K. Steimel „Eine neue Rundfunkröhren-Serie mit neuartigen elektrischen und konstruktiven Eigenschaften“
4. H. Gerwig „Die Funktechnik der Deutschen Reichspost — Neuere Antennenformen“

Bekanntmachung.**Ausschuß für elektrische Anlagen in der Landwirtschaft.**

Der Ausschuß für elektrische Anlagen in der Landwirtschaft hat durch seine Arbeitsausschüsse Entwürfe zu VDE 0130 „Vorschriften für die Errichtung elektrischer Anlagen in landwirtschaftlichen Betrieben und ländlichen Anwesen“ und

VDE 0131 „Vorschriften für den Betrieb elektrischer Anlagen in landwirtschaftlichen Betrieben und ländlichen Anwesen“

ausgearbeitet, die nunmehr fertiggestellt sind. Wegen des großen Umfangs können die Entwürfe nicht im vollen Wortlaut in der ETZ veröffentlicht werden; sie sind daher gegen Erstattung eines Unkostenbeitrages von RM 0,40 einschließlich Porto je Entwurf von der Geschäftsstelle des VDE zu beziehen. Begründete Einsprüche gegen die Entwürfe sind bis zum 31. Mai 1938 an die Geschäftsstelle einzureichen.

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Der Geschäftsführer:

Blendermann

Bekanntmachung.**Ausschuß für Schaltbilder.**

Der Ausschuß hatte in der ETZ 59 (1938) H. 5, S. 135, bekanntgemacht, daß die Neubearbeitung der Normblätter DIN VDE 707, 709 bis 717 und 719 „Schaltzeichen und Schaltbilder für Starkstromanlagen“ zu einem vorläufigen Abschluß gekommen ist und daß der Gesamtentwurf gegen Erstattung der Unkosten von der Geschäftsstelle zu beziehen ist. Eine Veröffentlichung dieses Neuentwurfes in der ETZ konnte wegen seines großen Umfangs nicht vorgenommen werden.

Infolge einer unerwartet großen Nachfrage nach diesem Entwurf sind die hergestellten Exemplare bereits vergriffen. Da aber noch weitere Nachfragen vorliegen, wird eine neue kleinere Auflage hergestellt. Der Gesamtentwurf der Normblätter „Schaltzeichen und Schaltbilder für Starkstromanlagen“ kann von der Geschäftsstelle gegen Erstattung der Selbstkosten in Höhe von RM 3,50 bezogen werden.

In Zusammenhang mit der Herstellung einer weiteren Auflage ist die Einspruchsfrist verlängert worden. Sachlich begründete Einsprüche zu diesem Entwurf sind bis zum 14. Mai 1938 an die Geschäftsstelle einzureichen.

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Der Geschäftsführer:

Blendermann

Aus den VDE-Bezirken.

Bezirk Berlin-Brandenburg

vormalis Elektrotechnischer Verein E. V.

(Gegründet 1879)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 IV, VDE-Haus.
Fernsprecher: 34 88 85.

VDE Gesellschaftsfahrt nach Köln zur Mitglieder-versammlung.

Für die Hin- und Rückreise veranstalten wir anlässlich der 40. Mitgliederversammlung des VDE in Köln am 22. 5. 1938 und 26. 5. 1938 (Himmelfahrtstag) je eine Reichsbahn-Gesellschaftsfahrt mit einer Fahrpreisermäßigung von 50 %.

Da der neue ab 15. 5. 1938 geltende Sommerfahrplan heute noch nicht bekannt ist, so kann die genaue Abfahrtszeit der Züge noch nicht angegeben werden:

I. Hinfahrt am 22. Mai 1938

Berlin Schlesischer Bahnhof ab: morgens früh¹⁾
Köln Hauptbahnhof an: nachmittags

II. Rückfahrt am 26. Mai 1938

Köln Hauptbahnhof ab: mittags¹⁾
Berlin Schlesischer Bahnhof an: abends.

Der ermäßigte Preis für jede **einzelne** Fahrt einschließlich Zuschlag beträgt für die 2. Wagenklasse RM 21,90, für die 3. Wagenklasse RM 14,10.

Die Anmeldung zu einer oder beiden der vorgesehenen Fahrten ist bei der Geschäftsstelle des Bezirks Berlin-Brandenburg bis **spätestens zum 14. Mai 1938** unter Angabe von:

Zahl der Karten für die Hinreise,
Zahl der Karten für die Rückreise,
Wagenklasse,
genaue Anschrift, an welche die Fahrtausweise zu senden sind,
Fernsprechnummer

und unter **gleichzeitiger Einsendung des Fahrgeldes** auf das Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02 vorzunehmen. Die Anmeldung gilt erst nach Eingang des Fahrgeldes als vollzogen. Verspätete Anmeldungen können nicht berücksichtigt werden. — Urlaubskarten werden durch unsere Geschäftsstelle nicht beschafft.

Fachversammlung

des Fachgebietes „Funktechnik und Verstärkertechnik“

Leiter: Professor Dr. phil. H. Faßbender VDE.

Vortrag

des Herrn Oberingenieur W. Buschbeck, Berlin, am Donnerstag, dem 28. April 1938, um 20⁰⁰ in der Technischen Hochschule, Charlottenburg, Hörsaal HG 25, über das Thema:

„Einige Spezialprobleme des Senderbaues“.

Eintritt und Kleiderablage frei.

Fachversammlung in Landsberg a. d. W.

am Freitag, dem 29. April 1938, 20⁰⁰,
im Ratskeller, Richtstr. 3.

Vortrag

des Herrn Dipl.-Ing. W. Rödiger VDE, Berlin, über das Thema:

„Die verkehrs- und volkswirtschaftliche Bedeutung der Elektrofahrzeuge“.

Eintritt frei.

¹⁾ Die Abfahrts- und Ankunftszeiten der folgenden Züge stehen noch nicht endgültig fest.

D 2 Berlin ab 9 ⁰⁰	D 13 Köln ab 12 ⁴¹
Köln an 18 ³³	Berlin an 22 ¹⁷

Fachversammlung

des Fachgebietes „Elektrowärme“.

Leiter: Dipl.-Ing. H. Masukowitz VDE.

Vortrag

des Herrn Dr.-Ing. F. Moertzsch VDE, Berlin, am Dienstag, dem 3. Mai 1938, um 20⁰⁰ in der Technischen Hochschule, Charlottenburg, Hörsaal EB 301, über das Thema:

„Aufbau und Planung elektrischer Flüssigkeits-erhitzer für Industrie und Gewerbe“.

Eintritt und Kleiderablage frei.

Fachversammlung

des Fachgebietes „Elektrische Bahnen“.

Leiter: Professor Dr.-Ing. P. Müller VDE.

Vortrag

des Herrn Reg.-Baumeister a. D. H. Hermle, Berlin, am Donnerstag, dem 5. Mai 1938, um 20⁰⁰ in der Technischen Hochschule, Charlottenburg, Hörsaal EB 301, über das Thema:

„Fein- und vielstufige Regelung bei elektrischen Fahrzeugen“.

Eintritt und Kleiderablage frei.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Die nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um 18⁰⁰ im Jungingenieurzimmer des VDE-Hauses, Charlottenburg, Bismarckstraße 33, statt. Die Teilnahme ist frei. VDE-Mitgliedschaft ist nicht Bedingung.

Industrieanlagen. Leiter: Dr.-Ing. R. v. Meibom VDE.

28. 4. 1938, 13⁰⁰, Besichtigung. Fernmündliche Anmeldung erforderlich unter Ruf: 34 00 11/26 07.

Elektrophysik. Leiter: Dr.-Ing. F. Haupte VDE.

28. 4. 1938 Vortragsreihe: Physik und Technik der Trockenplatten-Gleichrichter. 2. Abend: „Kupferoxydulgleichrichter“. Vortragender: Dr. Waibel.

Kabel und Freileitungen. Leiter: Dr.-Ing. F. Kaiser VDE.

2. 5. 1938 „Eigenschaften von koaxialen Leitungen für Breitbandübertragungen“, Vortragender: Dr.-Ing. E. Müller. Beginn: 18³⁰.

Elektrische Bahnen. Leiter: Reg.-Baumeister a. D. Dr.-Ing. H. Kother VDE.

3. 5. 1938 Vortrags- und Kurzberichtreihe: Berechnung und Konstruktion der elektrischen Ausrüstung von Triebfahrzeugen. 4. Abend: „Entwurf der Steuerung einschl. Transformator für ein Wechselstromtriebfahrzeug“
a) Die Anpassung an das Leistungsschaubild und die Eigenschaften des Fahrmotors, b) Berechnung der Schalter- und Transformatorabmessungen, c) Die Steuerung des Höchstgeschwindigkeit-Triebfahrzeuges. Vortragende a) Dr.-Ing. L. Mirow VDE, b) Ingenieur K. Dorfer, c) Ingenieur H. Vöckler VDE.

Stromrichter. Leiter: Dr.-Ing. W. Böhlau VDE.

4. 5. 1938 „Wechselrichter- und Umrichter-Schaltungen“, 2. Teil, Vortragender: Dr.-Ing. G. Reinhardt VDE.

Hochfrequenztechnik. Leiter: Dr.-Ing. A. Allerding VDE.

5. 5. 1938 „Die geschichtlichen und natürlichen Grundlagen unserer Volkswirtschaft und des zweiten Vierjahresplanes“, Vortragender: Dipl.-Ing. Stor.

Hochspannungstechnik. Leiter: Dr.-Ing. G. Hameister VDE.

6. 5. 1938 „Über einige neuere Kunst-Isolierstoffe“, Vortragender: Dr.-Ing. Hans Müller.

VDE Bezirk Berlin-Brandenburg

vormalis Elektrotechnischer Verein E. V.

Der Geschäftsführer:

Burghoff

Sitzungskalender.

VDE, Bezirk Aachen, 4. 5. (Mi), 20⁰⁰, T. H.: „Das Licht am Fahrzeug entsprechend den Anforderungen der neuesten Straßenverkehrsordnung“ Dipl.-Ing. Höpcke VDE.

VDE, Bezirk Mittelbaden, Karlsruhe, 5. 5. (Do), 20¹⁵, El. Inst.: „Die Probleme der Elektromotoren in Technik, Wirtschaft, und Kulturgeschichte“ Obering. Bunzl.

VDE, Bezirk Ostpreußen, Königsberg (gemeinsam mit dem Bezirk Danzig) 14. 5. (Sa), 17³⁰, in Elbing, Kasino der Ressource in der Jakobstr.: „Elektrische Schiffstelegraphen und Kreiselkompass“ Prof. Dipl.-Ing. H. Roth VDE.

VDE, Bezirk Südsachsen, Chemnitz (gemeinsam mit NSBDT), 9. 5. (Mo), 20⁰⁰, Gasthaus „Tunnel“, Plauen: „Neuzeitliche Beleuchtung der Bühne und ihre technische Einrichtung“ (m. Lichtb. u. Filmen) Obering. Paetow (Verlegt vom 25. 4.)

VERSCHIEDENES.

EINGÄNGE.

[Ausführliche Besprechung vorbehalten.]

Bücher.

Im Zeitalter der Kunststoffe. Allgemein verständliche Schilderung der Entstehung und Verwendung der Kunststoffe in Wirtschaft, Industrie und im täglichen Leben. Von K. Brandenburger. Mit 72 Abb. u. 100 S. im Format 155×225 mm. J. F. Lehmanns Verlag, München-Berlin 1938. Preis kart. 3,60 RM.

[Das Buch unterrichtet den Laien über die vielen Gebiete, in denen Kunststoffe ihren Einzug in die Praxis gehalten haben. Es wendet sich weniger an den Techniker, da alle die 1000 Kleinigkeiten der Verwendung von Kunststoffen im täglichen Leben gestreift werden. Das Buch bietet deshalb für alle die Interesse, die in allgemeinverständlicher Form lesen wollen, wo und wie man Kunststoffe anwendet.] *Pf.*

Die Neon-Leuchtröhren, ihre Fabrikation, Anwendung und Installation. Von Ing. P. Möbius. 2. Aufl. Mit 67 Abb. u. 80 S. im Format A 5. Verlag Hachmeister & Thal, Leipzig 1938. Preis kart. 3,20 RM.

[Die erste Auflage dieses Buches wurde in ETZ 54 (1933) S. 762 eingehend besprochen. Die zunehmende Verbreitung der Leuchtröhren sowohl in der Werbung als auch im heutigen Luft- und Seeverkehr haben den Verfasser veranlaßt, das Buch neu zu bearbeiten und nach dem neuesten Stand der Technik zu ergänzen. Das Buch ist gegliedert in: Physikalische Grundlagen, Edelgasröhren mit Glühkathoden, Fabrikation, Installation und Betrieb von Edelgasröhren und mehrfarbige Leuchtröhren. Eine kurze Schrifttumszusammenstellung beschließt das Buch.]

Normas fundamentales. DIN Manual 1. Herausgeber: Comité de Normas Aleman. 2. span. Aufl. bearb. von M. Balzola u. J. Ajuriaguerra. Sept. 1936. Mit 209 S. im Format A 5. Beuth-Verlag G.m.b.H., Berlin. Preis kart. 5,10 RM.

[Das DIN-Taschenbuch I, Grundnormen in spanischer Sprache, ist nun bereits in der zweiten Auflage erschienen, nachdem die erste in kurzer Zeit in den spanisch sprechenden Ländern umgesetzt war. Darin liegt nicht nur eine Anerkennung des deutschen Normenwesens, sondern durch die den deutschen Firmen gebotene Möglichkeit, für ihre ausländischen Geschäftsfreunde das Buch erwerben zu können, leistet das DIN-Taschenbuch gleichzeitig einen wertvollen Beitrag zur Werbung für deutsche Erzeugnisse.]

Nickel-Handbuch. Nickel-Chrom. 2. Teil: Hitzebeständige Nickellegierungen. 2. Aufl. Herausg. vom Nickel-Informationsbüro G.m.b.H., Frankfurt a. M. 1938. Mit 24 Abb. u. 40 S. im Format A 5.

[Die Weiterentwicklung der hitzebeständigen Werkstoffe hat zu einer Neubearbeitung dieses Heftes geführt. Den Elektrotechniker interessieren darin besonders die Abschnitte über den spezifischen Widerstand, die thermoelektrische Kraft und Magnetisierbarkeit der Nickellegierungen. Unter den Betriebsbeispielen sind die Abschnitte über Heizelemente und Ofenbau hervorzuheben.]

Besserer Empfang mit einfachen und billigen Mitteln. Von Dr. E. Nesper. Mit 60 Abb. u. 72 S. im Format A 5. Verlag Georg Siemens, Berlin 1938. Preis kart. 2 RM.

[Das Büchlein bringt Anregungen zur Verbesserung und Ergänzung älterer Empfänger sowie einige Bemerkungen über die Anordnung und den Betrieb zusätzlicher Lautsprecher. Auch der Einbau des Rundfunkgerätes in Möbelstücke wird gestreift.]

Preisbildung und Warenregelung. II. Teil: Metallwirtschaft. Ergänzungslieferungen 6, 7, 8, 9. Verlag Hermann Luchterhand, Berlin 1938.

Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie. 8. Aufl. Herausg. v. der Deutschen Chemischen Gesellschaft. System-Nummer 27: Magnesium. Teil A — Lieferung 1: Vorkommen. Darstellung des Metalls. Preis kart. 24 RM. — Teil A — Lieferung 2: Eigenschaften des Metalls. Preis kart. 34 RM. — Teil B — Lieferung 1: Verbindungen bis Magnesium und Jod. Preis kart. 31 RM. — System-Nummer 59: Eisen. Teil A — Lieferung 7. Preis kart. 36 RM. Format 180×260 mm. Verlag Chemie G. m. b. H., Berlin 1934 und 1937.

Die statistischen Forschungsmethoden. Von E. Czuber. 3. erweit. Aufl. Herausg. von Prof. F. Burkhardt. Mit 38 Abb., XVI u. 330 S. im Format 180×245 mm. Verlag L. W. Seidel & Sohn, Wien 1938. Preis geh. 12 RM, geb. 13,50 RM.

Piezoelektrizität des Quarzes. Von Oberregierungsrat Dr. A. Scheibe. (Wissenschaftl. Forschungsberichte. Herausg. von Dr. R. E. Liesegang. Bd. 45.) Mit 175 Abb., XII u. 233 S. im Format 150×225 mm. Verlag Th. Steinkopff, Dresden und Leipzig 1938. Preis geh. 20 RM, geb. 21 RM.

Elektrische Gasentladungslampen. Von Dr. W. Uytendhoeven. Unter Mitarb. von Ing. K. W. Hess. Mit 214 Abb., IX u. 364 S. im Format 165×235 mm. Verlag Julius Springer, Berlin 1938. Preis geh. 34 RM, geb. 36,40 RM.

Grimsehl's Lehrbuch der Physik zum Gebrauch beim Unterricht, neben akademischen Vorlesungen und zum Selbststudium. Neubearb. von Direktor Prof. Dr. R. Tomaschek. 2. Band, 2. Teil: Materie und Äther. 8. Aufl. Mit 339 Abb., VIII u. 456 S. im Format 160×230 mm. Verlag von B. G. Teubner, Leipzig und Berlin 1938. Preis geh. 14 RM.

Mikrophone. Anleitung zum Aufbau und Umgang mit Mikrofonen. Von Ing. O. Kappelmayer. Mit 103 Abb., 10 Tab. u. 136 S. im Format 135×200 mm. Verlag Deutsch-Literar. Institut J. Schneider, Berlin 1938. Preis kart. 3 RM, geb. 4,20 RM.

Dati Elettrotecnici sulle Distribuzioni d'Energia Elettrica nei Comuni del Regno Impero e Colonie Italiane. 4. Aufl. 1937. Herausgeber: Associazione Elettrotecnica Italiana, Ufficio Centrale, Mailand (2/2), Via S. Paolo, 10. Mit 226 S., im Format 135×200 mm. Zu beziehen durch den Herausgeber.

Doktordissertationen

Justus Mühlenpfordt, Untersuchung über die Möglichkeit auf photoelektrischem Wege die Meßempfindlichkeit des Interferentialrefraktors nach Jamin zu erhöhen. T. H. Braunschweig 1937.

Otto Müller, Verschleißprüfungen an verschieden hoch und lang gegliederten Auftragschweißen. T. H. Danzig 1935.

Hans Helmut Renner, Über die Mitnahme elektrischer Lichtbögen durch strömende Luft. T. H. Braunschweig 1937.

Jean-Jacques Muller, Oscillations électriques dans le magnétron. T. H. Zürich 1937.

Heinrich Roose, Neue elektro-thermische Meßmethoden zur Kennzeichnung eines Raumklimas und deren Anwendung zum Vergleich von Radiatoren, Fußboden- und Deckenheizung. T. H. Zürich 1937.

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:

Dr.-Ing. K. Buss VDE, Köln-Mülheim, Adamsstr. 59.
Oberling. W. Höpp VDE, Berlin-Hilgensee, Straße 2, Nr. 64.
Dr.-Ing. L. Mirow VDE, Berlin-Siemensstadt, Lenthersteig 9.
Dr. B. Thierbach, Berlin W 35, Lichtensteinallee 3a.

Abschluß des Heftes: 22. April 1938.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE

Zuschriften sind nicht an eine persönliche Anschrift zu richten, sondern nur an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und nur mit Genehmigung des Verfassers und der Wissenschaftlichen Leitung der ETZ gestattet.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Herausgegeben vom Verband Deutscher Elektrotechniker E.V.

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

59. Jahrgang

Berlin, 5. Mai 1938

Heft 18

Der Phasenschieber-Kondensator unter dem Einfluß stationärer und nichtstationärer Überspannungen in Versorgungsnetzen.

Von P. Hochhäusler VDE, Porz a. Rhein.

621. 319. 43. 072. 7 : 621. 316. 015. 34

Übersicht. Die Arbeit*) behandelt den Einfluß des Phasenschieber-Kondensators auf die Oberwellenbeschaffenheit der Netze; sie zeigt ferner, daß der Kondensator die Ursache quasistationärer und nichtstationärer Vorgänge sein kann, die insbesondere beim Schalten auftreten können.

Im zweiten Teil wird der Einfluß solcher Vorgänge auf das Kondensatordielektrikum besprochen. Die Theorie des Durchschlags wird kurz gestreift und auf die Forderungen hingewiesen, die in Zukunft an den Kondensatorbau gestellt werden müssen. Ferner werden Maßnahmen angegeben, die etwaige Beschädigungen des Kondensatordielektrikums durch nichtstationäre Überspannungen auf einen kleinen Teil begrenzen.

Die Wirkungen des Kondensators auf das Netz.

Seit der Einführung des Kondensators für Phasenschieberzwecke in Versorgungsnetze sind etwa zwölf Jahre vergangen. In dieser Zeit sind eine Reihe von Betriebserfahrungen gesammelt worden, die sowohl den Kondensator an sich als auch seine Nebenwirkungen auf das Netz betreffen. Vom Entstehen dieser soll zunächst die Rede sein, um später die Wirkung der im Netz auftretenden Unregelmäßigkeiten auf den Kondensator eingehender erläutern zu können.

1. Betriebsmäßige stationäre Vorgänge im Netz.

Zu den stationären Überspannungen gehören neben den betriebsmäßigen Spannungserhöhungen die Behaftung der Netze mit Oberwellen, von denen die 5. und 7. in Drehstromnetzen am häufigsten auftritt. Diese höheren Harmonischen können nun durch Netzimpedanzen verstärkt werden. Ist die Verzerrung für den Netzbetrieb nicht mehr tragbar, so kann man durch Änderung der Induktivitäten oder Kapazitäten Verstimmungen vornehmen. Liegt nun der unzulässige Wert für die höhere Harmonische nicht im Resonanzmaximum, sondern etwa im unteren Ast, so ist eine ziemlich erhebliche Verstimmung notwendig, um den Oberwellenbetrag herabzusetzen. Man half sich durch Abtrennung ganzer Netzteile oder durch Vermaschung, um aus der gefährlichen Resonanzlage herauszukommen.

An die Stelle dieser groben Regelung konnte mit dem Einbau von Kondensatoren zur Phasenschiebung gleichzeitig eine kontinuierliche treten. Selbstverständlich besteht auch die Möglichkeit, durch Einschalten von Kondensatoren in eine Resonanzlage hineinzukommen. Daraus darf man aber nicht allgemein den Schluß ziehen, der Einbau von Phasenschieber-Kondensatoren mache die Netze wegen „Verstärkung der Oberwellen“ störanfälliger.

Der Kondensator stellt mit seiner leichten Unterteilbarkeit im Gegenteil sogar das einzige bequeme Mittel dar, Eingriffe bei etwaigen Spannungsresonanzen in oberwellenbehafteten Netzen vornehmen zu können. H. Schulze¹⁾ hat die Phasenkompensation für ein größeres Mittelspannungsnetz durchgeführt und gibt Richtlinien an, wie durch zweckmäßigsten Einsatz der Kondensatoren derartige Netze möglichst oberwellenfrei gehalten werden können.

2. Nicht betriebsmäßige quasistationäre Vorgänge.

Während wir den Einfluß höherer Frequenzen auf das Kondensatordielektrikum selbst erst in einem späteren Abschnitt behandeln werden, wollen wir zunächst die Ursache einer anderen Art hochfrequenter Beanspruchung studieren, die wahrscheinlich zu den Seltenheiten gehört, für den Netzbetrieb jedoch als besonders gefährlich anzusehen ist und auf deren Entdeckung ich durch einen Zufall gestoßen bin. Wegen des proportionalen Anstieges des Kondensatorstromes mit der Frequenz ist bei Kondensatoranlagen in oberwellenbehafteten Netzen immer mit Stromerhöhungen zu rechnen, so daß bei Beobachtung eines solchen Stromanstieges im allgemeinen keine Gefahr vermutet zu werden braucht. Nun sind Fälle bekannt geworden, bei denen der vom Kondensator aufgenommene Strom das Vielfache des Normalstromes bei sinusförmiger Wechselspannung betrug, ein Wert, der nicht mehr durch Oberwellenbelastung erklärbar war. Nachforschungen haben ergeben, daß solche Stromstärken bei kleinen Unterbrechungen in der Kondensatorzuleitung auftreten können, indem eine solche Unterbrechung eine Löschfunkenstrecke für einen Thomsonschen Schwingungskreis darstellt. Dieser Kreis wird vom Kondensator selbst und von den Reaktanzen der Zuleitung und benachbarter Netzteile gebildet und schwingt mit einer um so höheren Eigenfrequenz, je kleiner die im Kreise liegenden Induktivitäten sind. Derartige Funkenstrecken können durch nicht ordnungsmäßiges Schließen von Trennschaltern vor dem Kondensator oder durch mangelhaftes Arbeiten von Öl- oder ölarmen Schaltern und bei Verwendung von für Kondensatoren ungeeigneten Schaltern entstehen. Ganz unzulässig ist das Öffnen von Trennschaltern unter Last zum Zwecke des Abschaltens von Kondensatoren. Bei einem Versuch stieg ein in die Kondensatorzuleitung geschaltetes Amperemeter durch absichtliches Öffnen eines Trennmessers derart, daß nur eine kleine Unterbrechungsstelle entstand, auf das Zwanzigfache des Normalstromes. Derartige quasistationäre Vorgänge sind wegen der übergroßen Ströme für die Anlage und wegen der hohen

*) Nach einem Vortrag, gehalten am 14. 1. 1938 vor dem VDE-Bezirk Nordhessen in Kassel.

1) ETZ 56 (1935) S. 501 und VDE-Fachber. 7 (1935) S. 21.

Frequenzen für den Kondensator selbst äußerst gefährlich, wie wir noch sehen werden. Als weitere Begleiterscheinungen solcher Lichtbogenschwingungen treten auch Überspannungen auf, die ebenfalls eine für das Netz gefährliche Größe annehmen können. Fehler der beschriebenen Art sind besonders schwer zu entdecken, wenn es sich um intermittierende Unterbrechungen, wie z. B. bei Kontaktfehlern im Schalter handelt. Eine Nachprüfung durch einen Strommesser in der Kondensatorzuleitung kann leicht zu Fehlschlüssen führen. Erstens weiß man nicht, ob die Stromerhöhung nicht von normalen stationären Oberwellen im Netz oder von solchen quasi-stationären, in jeder Halbperiode je nach der Rückzündspannung sich vielleicht mehrmals wiederholenden Vorgängen herrührt. Ist das aber der Fall, so wird man sich zweitens auf die Stromangaben nicht verlassen können, weil das Instrument für hohe Frequenzen nicht geeignet ist und schließlich einen Effektivwert anzeigen müßte, der sich aus der Netzspannungskurve und der sich in jeder Halbperiode ein oder mehrere Male wiederholenden gedämpften Thomsonschiwingung zusammensetzt. Eine ganze Reihe von Kondensatorschäden mögen auf diese wahrscheinlich gar nicht beobachteten Erscheinungen zurückzuführen sein. Am besten schützt man sich vor solchen Fällen durch Einschalten von Hochleistungssicherungen vor den Kondensator, die man mit Rücksicht auf stationäre, im Netz vorhandene Oberwellen für das Doppelte der Nennstromstärke bemißt. Doch auch dieses Mittel ist keine absolut sichere Schutzmaßnahme. Jedenfalls sind stets Nachprüfungen der Kondensatorschalter in kleineren Zeitabständen zu empfehlen.

3. Betriebsmäßige nichtstationäre Vorgänge.

Der technische Kondensator kommt in seiner heutigen Form einer idealen Kapazität schon sehr nahe. Es ist gelungen, den Verlustfaktor des für Phasenschieber- und andere Kondensatoren verwendeten Ölpapierdielektrikums zum Teil auf 1 bis 2‰ herabzudrücken. Während einerseits diese Güte einen beachtlichen wirtschaftlichen Vorteil darstellt, ist es andererseits erforderlich, bei Betrachtung nichtstationärer Vorgänge im Netz den Kondensator als ideale Kapazität in die Rechnung einzusetzen. Die daraus folgenden Ergebnisse bedeuten in der Praxis das Auftreten hoher Überspannungswellen mit äußerst steilem Anstieg, der vielleicht sonst nirgends beobachtet wird. Zweifellos gehört zur Betrachtung von Lade- und Entladeerscheinungen bei Kondensatoren das ganze umfangreiche Gebiet der nichtstationären Vorgänge. Ich möchte nur das herausgreifen, was für den Netzbetrieb mit Phasenschieberkondensatoren wichtig ist.

Äußerst plötzlich und auf sehr hohe Werte anwachsende Spannungen und Ströme als Folge der idealen Kapazität, die der technische Kondensator darstellt, können insbesondere beim Schalten von Kondensatoren auftreten. Der Einschaltstrom wird durch die Reaktanzen der Zuleitungen, d. h. auch durch die Reaktanzen in der Nähe befindlicher Netzteile und Transformatoren gedämpft und bleibt meist in annehmbaren Grenzen. Es gibt aber auch Fälle, z. B. in Kabelnetzen, bei denen erhebliche und unzulässig hohe Ausgleichströme und -spannungen auftreten, die die Isolation der Kabel und Transformatoren gefährden können. Diese Erscheinungen rühren daher, daß eine geladene Kapazität für alle übrigen Netzteile und auch für zuzuschaltende Kondensatoren im ersten Augenblick des Schaltens eine unendlich ergiebige Energiequelle darstellen, während ein ungeladener Kondensator einen Kurzschluß beim Einschalten bedeutet. Da ein Phasenschieberkondensator praktisch einer idealen Kapazität sehr nahe kommt, so kann ein widerstandsloses Parallelschalten infolge gewaltiger Kurzschlußströme verheerende Folgen haben, wohingegen es sich bei Kabeln um verteilte Kapazitäten handelt, deren Einschaltstrom beim Parallelschalten dadurch immerhin etwas gedämpft ist. Es ist daher in jedem Falle zu empfehlen, beim

Parallelschalten von Kondensatoren Schalter zu verwenden, die den Kondensator mit Hilfe einer Vorstufe zunächst über einem Widerstand an das Netz legen, gleichgültig ob es sich um Hoch- oder Niederspannungsanlagen handelt.

Die Vorsichtsmaßnahme der Verwendung von Schaltern mit Widerstandsvorstufe ist bei Einzelkondensatoren und auch bei großen Batterien, die mit einem einzigen Schalter zu- und abgeschaltet werden, nicht erforderlich. Ganz besonders ist sie jedoch bei selbsttätigen Schaltanlagen am Platze, bei denen einzelne Kondensatoren oder auch Gruppen von Kondensatoren nacheinander nach Maßgabe des gewünschten Leistungsfaktors zu- und abgeschaltet werden, da hier ein oftmaliges Schalten am Tage zu erwarten ist.

Neben den vom Kondensator ausgehenden kurzzeitigen Überspannungsvorgängen sind bezüglich der Wirkung des Kondensators auf das Netz noch solche zu beachten, die irgendwo auf der Leitung entstehen, z. B. durch fremde Schaltvorgänge. Hier wirkt der Kondensator als Energiespeicher außerordentlich günstig. Er ist in der Lage, Wanderwellen mit steiler Stirn abzuflachen²⁾. Höhere Überspannungen entstehen durch Gewittervorgänge. Auch hier ist der Kondensator in der Lage, bis zu gewissen Grenzen seine abflachende Wirkung auf die entstehende Wanderwelle auszuüben. Gegen direkten Blitzeinschlag bietet selbstverständlich auch der Kondensator keinen Schutz, er selbst ist genau so gefährdet wie jedes andere Gerät.

Der Einfluß der Überspannungsvorgänge auf den Kondensator.

Wir haben gesehen, daß neben den normalen Netzverhältnissen Überbeanspruchungen hinsichtlich Frequenz und Spannung für den Kondensator auftreten, die bei seiner Bemessung zu berücksichtigen sind. Auch hier empfiehlt sich wieder eine strenge Trennung zwischen stationären und nichtstationären Vorgängen, weil der Kondensator sowohl in seinem Dielektrikum als auch in seinem Aufbau für beide Arten von Vorgängen ein verschiedenartiges Verhalten zeigt.

1. Die stationären Beanspruchungen des Dielektrikums.

Um über die Beanspruchung im stationären Dauerbetrieb des Kondensators etwas aussagen zu können, ist es erforderlich, den Durchschlagmechanismus beim Ölpapierdielektrikum zu streifen, ohne das Gebiet in seiner Vollständigkeit zu behandeln, was hier zu weit führen würde. Ich verweise an dieser Stelle auf das betreffende Schrifttum³⁾.

Wird der Gradient der Spannungsbeanspruchung zu hoch gewählt, so tritt nach verhältnismäßig kurzer Zeit Polymerisation des Öles ein. Zwischen den einzelnen Papier- und Folienlagen bemerkt man eine mit der Zeit und mit steigender Frequenz zunehmende Verharzung des Öles, die im Schrifttum unter dem Namen X-Wachsbildung bekannt geworden ist. Über die Ursache der Entstehung dieser Verharzung gehen die Meinungen sehr auseinander. Da sie durch erhöhte Temperatur und Frequenz beschleunigt wird, nimmt man zum Teil an, daß es sich hier um einen reinen Wärmevergang handelt. Andere Anschauungen gehen jedoch dahin, daß äußerst kleine, im Öl befindliche Gasblasen in dem starken Felde zwischen den Folien ionisiert werden und so die Zersetzung des Öles unter Abspaltung von Wasserstoff als hauptsächlichstem Bestandteil des entstehenden Gases einleiten. Es sind weitere Untersuchungen über die Entstehung des X-Wachses im Gange, um eine vielleicht noch höhere Ausnutzung des Dielektrikums zu ermöglichen, und man darf gespannt sein, was die bereits angekündigten Veröffent-

²⁾ Vgl. ETZ 59 (1938) H. 5, S. 105.

³⁾ A. Roth, Hochspannungstechnik, 2. Aufl.; J. Springer, Wien 1936. H. Gönning, ETZ 55 (1934) S. 1021. R. Guthmann, ETZ 55 (1934) S. 364. A. Nikuradse, Das flüssige Dielektrikum; J. Springer, Berlin 1934.

lichungen auf diesem Gebiet bringen werden. Fest steht jedenfalls, daß man die Grenze der Feldstärke, bei welcher X-Wachs-Bildung nach jahrelangem Dauerbetrieb zu erwarten ist, mit ziemlicher Genauigkeit angeben kann. Sie liegt unterhalb der sog. Grenzdurchschlagsspannung (siehe Abb. 1). Z. B. wird für den normalfrequenten Wechsel-

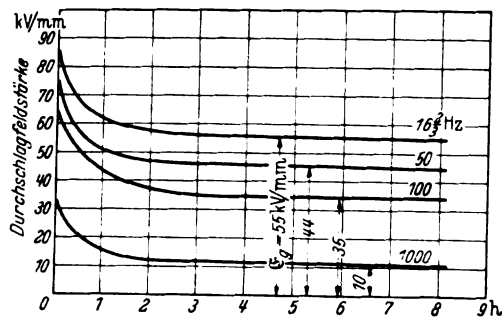


Abb. 1. Zeitdurchschlagkurven von Kondensatorwickeln bei verschiedenen Frequenzen.

strom von 50 Hz ein Spannungsgradient von 90 bis 120 kV/cm (Imhof⁴⁾) für das Ölpapierdielektrikum je nach Papiersorte vorgeschlagen, den man betriebsmäßig nicht überschreiten sollte. Oberhalb dieser Grenze ist bei an sich normalen Betriebsbedingungen nach längerer Zeit mit Alterungserscheinungen, d. h. X-Wachs-Bildung, zu rechnen, während man innerhalb der angegebenen Grenzen für die spezifische Betriebsbeanspruchung nach den heutigen Erfahrungen eine Lebensdauer von mindestens zehn Jahren annehmen kann. Dabei sind so bemessene Phasenschieberkondensatoren durchaus wirtschaftlich. Betriebsmäßig wird für sie noch eine um 10 % höhere Spannung als ihre Nennspannung zugelassen, was bei Verwendung eines in den oben angegebenen Grenzen bemessenen Dielektrikums keine Gefahr bedeutet, sofern die Überspannungen nicht hochfrequenter Natur sind.

Aber auch hier braucht man nicht allzu ängstlich zu sein, wenn es sich nur um die normalerweise im Netz vorhandenen Oberwellen handelt; denn eine gewisse Verzerrung der Spannungskurve wird man in ausgedehnten Netzen immer annehmen müssen. Es fragt sich nun, welchen Einfluß haben diese Netzoberwellen auf das Kondensator-dielektrikum? Abb. 1 zeigt eine Reihe von Zeitdurchschlagkurven für Ölpapierwickel, d. h. die Abhängigkeit der Durchschlagsspannung von der Dauer der Beanspruchung, und zwar für verschiedene Frequenzen. Mit steigender Frequenz tritt die Polymerisation des Öles nicht nur bei niedrigerer Feldstärke, sondern auch zeitlich früher ein, wahrscheinlich infolge der höheren Verlustwärme (s. Abb. 2). Auch kann man nicht mehr von einem sich asymptotisch an die Grenzdurchschlagkurve anlegenden Grenzdurchschlagswert innerhalb der in Abb. 1 angegebenen Zeit sprechen. Vielmehr fällt die Durchschlagfeldstärke mit der Zeit immer mehr, bis keine Polymerisation für die betreffende Frequenz mehr auftritt. Die Betriebsbeanspruchung für Mittelfrequenzkondensatoren z. B. wählt man so, daß man ziemlich weit unter der Grenze bleibt, bei der auch nach längerer Zeit kein Durchschlag mehr zu erwarten ist. Übrigens zeigt das Ölpapier-dielektrikum dieses Verhalten auch bei 50 Hz. Beansprucht man nämlich einen Ölpapierwickel mit einer Feldstärke dicht unterhalb des Grenzdurchschlagwertes, so tritt auch bei niedrigen Frequenzen der Durchschlag nach Tagen oder Wochen ein. Dabei zeigt der Wickel nach einigen Tagen anfangs zunehmende, später wieder abnehmende Gasbildung. Nach einem solchen Versuch ist der Wickel dann vollkommen verharzt, von brauner Färbung, und das Papier nahezu trocken. Die übrigens bei jedem Zeitdurchschlagversuch beobachtete Abnahme der Gasbildung ist

darauf zurückzuführen, daß der Polymerisationsvorgang beendet ist und das Harz nur noch geringen Veränderungen bis zum Durchschlag unterworfen ist. Folglich ist die Feststellung der weiteren Abnahme der Durchschlagfestigkeit unter dem sog. Grenzdurchschlagwert, der im jungfräulichen Zustand erhalten wird, durch die sehr langsam erfolgende Ölumbildung in X-Wachs ohne weiteres erklärt. Es wird daher zweckmäßig sein, die Güte eines Ölpapierdielektrikums nicht nur nach seinem Grenzdurchschlagswert im jungfräulichen Zustand, sondern auch nach seiner „Polymerisationsgrenze“, wie ich es nennen möchte, zu beurteilen. Ich glaube, daß dieser neue Begriff nach dem vorausgegangenen genügend definiert ist. Die künftige Aufgabe des Isolierstofftechnikers wird es sein, ein Dielektrikum für Kondensatoren zu finden, das nicht nur hohe Augenblicks- und Grenzdurchschlagswerte bei der Neuanfertigung zeigt, sondern auch ein solches, dessen Polymerisationsgrenze möglichst hoch liegt. Dann ist unter normalen Betriebsbedingungen mit langer Lebensdauer des Kondensators zu rechnen.

Wir waren bei der Frage der Oberwellenbeanspruchung des Phasenschieberkondensators unter normalen Netzverhältnissen stehengeblieben und haben nun zu entscheiden, in wie weitem Maße das oben über Hochfrequenzbeanspruchung Gesagte bei Abweichungen der Netzspannungskurve von der Sinusform zutrifft. Nehmen wir z. B. eine 5. Harmonische von 6 % im Netz an, so bedeutet diese Verzerrung bei geometrischer Addition von Grundwelle und Oberwelle eine Spannungserhöhung, bezogen auf den Effektivwert der Grundwelle, von nur 0,2 %. Einen so geringen spannungsmäßigen Anteil an Hochfrequenzenergie kann man beim Phasenschieberkondensator aber immer zulassen, wenn auch der Strom wie im obigen Falle wegen der Proportionalität mit der Frequenz um 30 % ansteigt. Im allgemeinen kann man sagen, daß Stromerhöhungen durch Netzverzerrungen bis zu 100 % des Normalstromes zulässig sind, ein Wert, der selbst bei ganz schlechten Netzen kaum zu erwarten ist.

Die in Absatz 2 des vorigen Abschnittes behandelten quasistationären Vorgänge und ihre Entstehung bedeuten

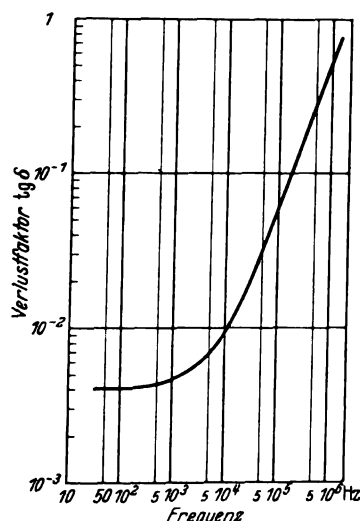


Abb. 2. Verlustfaktor des Öl-Papier-Dielektrikums in Abhängigkeit von der Frequenz.

im Gegensatz zur Ungefährlichkeit der Oberwellen eine ganz erhebliche Gefahr für den Kondensator. Schon der rein mechanische Aufbau läßt derart hohe Stromstärken nicht zu, ganz abgesehen davon, daß bei so hohen Frequenzen die Polymerisationsgrenze überschritten wird. Klemmen und Zuleitungen auch im Innern des Kondensators werden bald unzulässig warm. Die Ölumbildung wird auch durch die im Wickel selbst entstehende höhere Erwärmung stark beschleunigt; denn der Verlustwinkel des Ölpapierdielektrikums steigt mit zunehmender Frequenz ziemlich stark an, wie aus Abb. 2 zu ersehen ist. Die Kurve stellt die Abhängigkeit des Verlustfaktors von Ölpapier für die Frequenzen 50 bis 10⁶ Hz dar. Während bei 50 Hz die Verluste wenige Promille betragen, kommen wir bei den beschriebenen Thomson-Schwingungen vielleicht schon in Frequenzgebiete, bei denen der Verlustfaktor mehrere Prozent beträgt. Deswegen kann man auch Kondensatoren für Mittelfrequenzöfen z. B. nur mit ganz niedrigem Gradienten beanspruchen und muß außer-

⁴⁾ A. Roth, Hochspannungstechnik, 2. Aufl., S. 524; J. Springer, Wien 1938.

dem für reichliche Wärmeabfuhr sorgen. Bei 10^4 Hz hat die Verwendung des Ölpapierdielektrikums für Kondensatoren ihre wirtschaftliche Grenze, abgesehen von den Kopplungskondensatoren für die drahtgerichtete Hochfrequenztelefonie, bei denen aber das Dielektrikum von der Trägerwelle nicht oder kaum beansprucht wird.

Durch hochfrequente Einflüsse zerstörte Kondensatoren weisen daher auch an den nicht vom Durchschlag betroffenen Wickeln X-Wachs-Bildung und Papierbräunung auf. Auch das Öl hat seine Farbe ins Bräunliche geändert, seine Verteilungsziffer ist gestiegen.

2. Schädigungen des Kondensator-dielektrikums durch nichtstationäre Überspannungswellen.

Wenn auch der Kondensator beim Auftreten von Schalt- und anderen nichtstationären Vorgängen im Netz seine abflachende Wirkung ausübt, so wird bei besonders heftigen Vorgängen, wie sie z. B. bei widerstandslosem Parallelschalten von Kondensatoren und bei Kurzschlüssen auftreten können, die Höhe der Spannung doch nicht so weit herabgedrückt, als daß sie für das Kondensator-dielektrikum nicht gefährlich werden könnte. Ein Blick auf die Zeitdurchschlagkurve (Abb. 1) zeigt allerdings, daß die Überspannungswelle dazu einen Wert besitzen müßte, der über den Augenblickswert zur Zeit Null hinausgeht, also ein Vielfaches der Betriebsspannung betragen müßte. So hohe Anstiege können vorkommen. Die hohe Spannungssicherheit des Kondensators gegenüber Gewitter- und Schaltvorgängen erklärt sich zuweilen dadurch, daß die Welle nicht die zum Durchschlag erforderliche Energie mit sich führt. Das Dielektrikum leidet trotzdem Schaden, wenn es auch nicht vollständig zerstört und für die weitere Verwendung unbrauchbar wird.

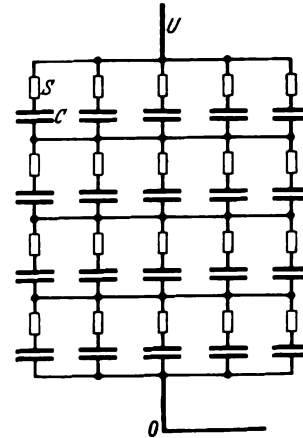
Aber das Papier zeigt an den Stellen höchster Feldstärke, also insbesondere an den Rändern der Folie, Verästelungen von dunkler Farbe, die Lichtenbergschen Figuren ähneln und wohl auch auf die gleiche Entstehungsursache zurückzuführen sind. A. Imhof⁵⁾ hat an Gleichspannungskondensatoren für Stoßanlagen sogar X-Wachs-Bildung beobachtet. Da es sich hier um praktisch gleiche Vorgänge handelt, ist also auch hier mit der Möglichkeit der Verharzung zu rechnen. Ähnliches ist auch von mir beobachtet worden, jedoch steht nicht einwandfrei fest, ob die Verharzung lediglich von Spannungsstößen herrührt oder ob auch andere Einflüsse dabei eine Rolle gespielt haben. Das spricht also für die Auffassung, daß die erste Bildung von Polymerisationskernen lediglich von der Höhe der Feldstärke abhängig ist.

Praktisch wirkt sich ein solcher Durchschlag infolge einer Stoßbeanspruchung bei älteren Ausführungsarten

so aus, daß die nachfolgende Energie nicht nur den betroffenen Wickel verbrennt, sondern auch die Umgebung dieses Wickels in Mitleidenschaft zieht. Abb. 3 zeigt das Innere eines infolge Durchschlags mit nachfolgender Energie zerstörten Kondensators.

Die neueren Ausführungsformen mit Einzelabsicherung der Wickel gewährleisten die vollständige Erhaltung des übrigen aktiven Materials im Falle eines Durchschlages. Die Sicherungen sind als dünne Drähte oder Bänder einpolig vor die einzelnen Wickelpakete geschaltet.

Interessant ist nun die Wirkungsweise der Sicherungen bei gruppenweiser Reihenschaltung parallelgeschalteter Einzelwickel. Abb. 4 gibt das Schema der einphasigen Gruppe einer Sternschaltung von Kondensatorwickeln wieder, wie sie im allgemeinen bei Hochspannungskondensatoren angewandt wird. Erfolgt in einer solchen Reihenschaltung ein Wickeldurchschlag, so werden sämtliche parallelgeschalteten Wickel dieser Gruppe überbrückt, wodurch die Wickel der anderen Gruppen eine der Anzahl der in Reihe geschalteten Gruppen entsprechende höhere Spannung erhalten. Dadurch erhöht sich auch der Strom, der durch die Sicherung des zerstörten und kurzgeschlossenen Wickels fließen muß. Ist die Sicherung nun so bemessen, daß sie auf diesen erhöhten Strom ansprechen kann, so wäre eine Erklärung des Vorganges auf stationärem Wege gegeben. In Wirklichkeit spielt sich dabei ein ganz anderer Vorgang ab. Aus mechanischen Gründen kann nämlich, insbesondere bei mehrfacher Reihenschaltung (Hochspannungskondensatoren), die Sicherung nicht so knapp bemessen werden, daß sie durch die Stromerhöhung im Falle eines Durchschlages anspricht. Vielmehr muß sie das Vielfache dieses Stromes führen können. Trotzdem spricht sie bei einem Durchschlag zuverlässig an; und zwar ist es der durchgeschlagene Wickel selbst, der nun seine elektrostatische Energie an die Umgebung abgeben muß. Das geschieht in Form einer äußerst steilen Welle, die sich nach beiden Seiten ausbreitet und zuerst die nahe am Wickel gelegene Sicherung durchläuft. Die Zerstörung erfolgt wegen der Schnelligkeit des Vorganges explosionsartig. Die durch den Durchschlag eines Wickels entstehende steile Welle zerstäubt die Sicherung. Wegen der Steilheit ist es auch nicht gleichgültig, wo die Sicherung räumlich angeordnet ist. Sie sollte möglichst nahe am Wickel liegen. Macht man z. B. den Versuch und schaltet zwei verschieden starke Sicherungen in Reihe, so wird stets die dem Entstehungsherd der Welle nächstliegende Sicherung ansprechen, gleichgültig ob sie die höhere oder die niedrigere Ansprechstromstärke hat. Aus dieser Erkenntnis ist zu folgern, daß auch bei Niederspannungskondensatoren in reiner Parallelschaltung sämtlicher Wickel der Durchschlagvorgang mit dem Ansprechen der Sicherung auf die gleiche Weise erfolgt und nicht etwa die Sicherung infolge Kurzschlusses durch die nachfolgende Netzenergie zerstört wird. Dieser Umstand wirkt außerordentlich günstig; denn nur dadurch treten größere thermische Zerstörungen nicht auf, die die übrigen Teile des Kondensators gefährden und insbesondere das Öl unbrauchbar machen könnten. Der Sicherungsdraht hinterläßt keine Brandspuren und zerstäubt in seiner ganzen Länge, wo-



C Kondensatorwickel
S Sicherungen

Abb. 4. Schaltung eines Hochspannungskondensators.

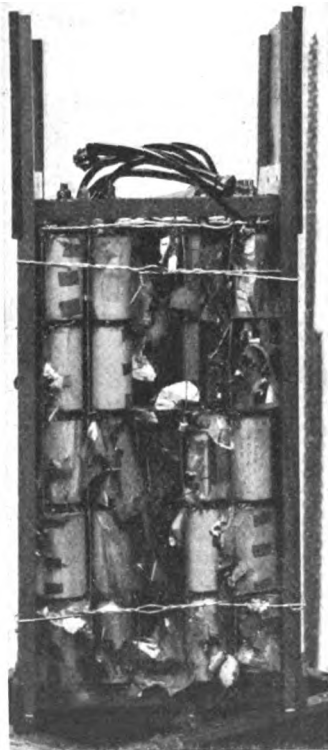


Abb. 3. Wickelblock eines durchgeschlagenen Kondensators.

⁵⁾ A. Roth, Hochspannungstechnik, 2. Aufl., S. 146; J. Springer, Wien 1938.

durch auch bei hohen Wickelspannungen ein genügend großer Isolationsweg freigegeben wird.

Außerst interessant ist nun, daß die Sicherungen trotz ihrer hohen Schmelzstromstärke auch bei nichtstationären Vorgängen, die von außen in den Kondensator eindringen, ansprechen können. Es wird zuweilen beobachtet, daß Sicherungen angesprochen haben, ohne daß die zugehörigen Wickel in ihrem Dielektrikum beschädigt sind. Das kann bei Gewittervorgängen und direkten Kurzschlüssen vorkommen, ist aber nicht die Regel. Reicht bei besonders steilen Wellen mit großer Amplitude die abflachende Wirkung des Kondensators nicht aus, so kommt es entweder zum Durchschlag oder doch wenigstens zum Ansprechen der Sicherungen. Der Sicherungsbruch muß also nicht eine Folge des Wickeldurchschlags sein. Bei Kondensatoren ohne Sicherungen ist bei solchen Erscheinungen ein Abreißen der Zuführungen zu den einzelnen Wickeln beobachtet worden. Da diese Zuführungen dann andere Wickelgruppen kurzschlossen, war der Kondensator für die weitere Verwendung unbrauchbar. Während beim Durchschlag eines Wickels stets mit ungefähr derselben Energie zu rechnen ist, die freiwerdend auf die Sicherung wirkt und diese zum vollständigen Zerstören bringt, ist dies bei Überspannungsvorgängen von außen nicht der Fall. Es muß daher bei kleineren Stoßenergien auch für solche Sicherungen ein Zwischenstadium wie beim künstlichen Stoß geben, bei dem man vielleicht noch Einzelteile des Sicherungsdrahtes findet. Tatsächlich sind auch zuweilen Spuren von Metallpulver beobachtet worden. Es ist mir sogar gelungen, den Sicherungsdraht im Stadium kurz vor dem Zerspringen im Bilde festzuhalten. Die Mikroaufnahme Abb. 5 zeigt einen solchen Sicherungsdraht aus einem Kondensator, der oftmals mit sehr steilen Wanderwellen beansprucht wurde. Der Draht hat 0,2 mm Dmr. und einen Schmelzpunkt oberhalb 1500 ° C. Man erkennt deutlich gleichförmige Verdickungen, die

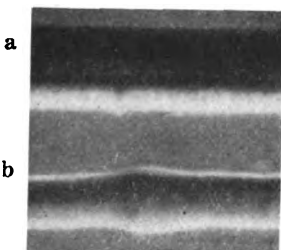


Abb. 5. Sicherungsdrähte für Kondensatorwickel.

a unbeansprucht
b durch Stoß beansprucht, kurz vor dem Zerstören

wohl kaum als Schmelzperlen gedeutet werden können, sondern vielleicht durch Magnetostraktion entstanden sind. Merkwürdig dabei ist nämlich, daß diese Verdickungen stets in ganz gleichmäßigen Abständen von einigen Millimetern auftreten und über die ganze Länge des Sicherungsdrahtes verteilt sind. Die Abbildung zeigt nur einen Ausschnitt und zum Vergleich einen nicht verformten Sicherungsdraht⁶⁾.

Zusammenfassung.

Beim Einbau von Kondensatoren in Hoch- und Mittelspannungsnetze bestehen keinerlei Befürchtungen, Phasenschieberkondensatoren könnten die Spannungskurve des Netzes verzerren. Vielmehr hat man es mit einer unterteilten Batterie in der Hand, etwa vorhandene Oberwellen auf ein erträgliches Maß herabzudrücken. Die üblicherweise im Netz vorhandenen Oberwellen können dem Kondensatordielektrikum nicht gefährlich werden, weil ihr spannungsmäßiger Anteil am Effektivwert gering ist und auch die Verluststeigerung infolge der höheren Leistung noch in erträglichen Grenzen bleibt.

Beim Schalten von Kondensatoren ist darauf zu achten, daß bei Parallelschaltungen Schalter mit Widerstandsvorstufe verwendet werden. Besonders gefährlich sind Unterbrechungen in der Kondensatorzuführung, weil sie den Kondensator infolge Bildung eines Thomsonschen Schwingungskreises mit sehr hoher Frequenz belasten, die das Dielektrikum in kurzer Zeit zerstören würde. Solche hochfrequenten Schwingungen können ungewollt und schwer erkennbar bei mangelhaftem Funktionieren der Kondensatorschalter auftreten. Dagegen sind unter normalen Betriebsbedingungen Alterungserscheinungen nicht zu erwarten, sofern die Betriebsbeanspruchung des Dielektrikums so gewählt ist, daß in keinem Falle die Polymerisationsgrenze überschritten wird.

Gegen nichtstationäre Überspannungen, wie sie bei Netzstörungen durch Schalt- und Gewittervorgänge auftreten, ist der Phasenschieberkondensator gleichzeitig ein wirksamer Überspannungsschutz. Sollte durch derartige Vorgänge und besonders durch direkte Blitzeinschläge das Dielektrikum dennoch beschädigt werden, so ist die jetzt vielfach angewandte Absicherung der Einzelwickel ein wirksames Mittel, um Durchschläge auf einen möglichst kleinen Teil zu beschränken.

⁶⁾ Vgl. ETZ 59 (1938) H. 1, S. 11.

Die Entwicklung der Niederspannungs-Schaltgeräte.

Von H. Franken VDE, Köln.

Übersicht. Einige kennzeichnende Entwicklungsstufen des Niederspannungs-Schaltgerätebaues werden an Hand von Konstruktionen der Firma F. Klöckner KG., Köln-Bayenthal, deren Fabrikationswerkstätten während der VDE-Tagung in Köln besichtigt werden sollen, behandelt.

Wohl kaum ein Zweig der Starkstromtechnik hat in den letzten Jahrzehnten eine derart lebhaft konstruktive Entwicklung durchgemacht wie der der Niederspannungsschaltgeräte. Dabei handelt es sich nicht um epochemachende Erfindungen, sondern um eine Summe von kleinen Entwicklungsarbeiten, vor allen Dingen aber um zahlreiche Einflüsse, die von außen her kommend die Konstruktionen grundlegend beeinflusst haben.

Wesentliche Entwicklungsstufen sind durch folgende Umstände gekennzeichnet:

1. Die Abkehr vom Schleifringläufer bzw. Gleichstrommotor und die vorwiegende Verwendung von Kurzschlußläufermotoren. Dadurch wurde das stufenweise Schalten (Anlassen) durch das unmittelbare

Ein-, Umschalten u. dgl. ersetzt. An Stelle der Herstellung von Anlassern wurde die von Schaltern vorherrschend. Als Wendepunkt kann etwa das Jahr 1922 angesehen werden.



Abb. 1. Flachbahnanlasser aus dem Jahre 1900.

621. 316. 57. 027. 2 (09)

Abb. 1 zeigt einen Anlasser aus den Jugendjahren des Unternehmens (1900) für Gleichstrom, Flachbahn mit Feldregelung, Maximal- und Nullspannungsauslösung, Abb. 2 einen der ersten Selbstanlasser, aber noch für mechanische Betätigung, in erster Linie für seilgesteuerte Aufzüge. Die Gewichte bewegen sich abwärts, werden aber dabei durch die Spindel und die oben damit gekuppelten zwei Fangarme kurzzeitig gebremst

(1902). Den ersten Selbstanlasser für wirkliche Fernsteuerung zeigt Abb. 3. Es handelt sich hierbei um ein

Flachbahngerät mit aus der Ferne steuerbarem Schaltmagnet. Die Zeitverzögerung wird durch eine angebaute Glycerinpumpe ermöglicht (1903).

2. Durch nichts sind wohl die Konstruktionen stärker beeinflußt worden als durch das Wachsen der Ansprüche. Einmal war es die Einschaltstromstärke beim Übergang vom Schleifring- zum Kurzschlußläufermotor, dann aber die Entwicklung der Elektroarbeitsmaschine, also der Maschine, bei der dem Elektromotor außer der reinen Antriebsfunktion auch Steuerfunktionen überwiesen werden, z. B. Drehrichtungsumkehr, Drehzahlwechsel u. dgl. Hiermit verbunden war eine außerordentliche Steigerung der stündlichen Schalthäufigkeiten. Der Beginn dieser Entwicklung fällt etwa in die Jahre 1925 bis 1930. Von diesem Augenblick an wird die Abnutzungsfähigkeit der Geräte beim Entwurf entscheidend. Einschaltstromstärke und Schalthäufigkeit haben die Ansprüche wohl im Verhältnis von Eins zu einigen Tausend wachsen lassen.



Abb. 2. Mechanisch betätigter Selbstanlasser aus dem Jahre 1902.

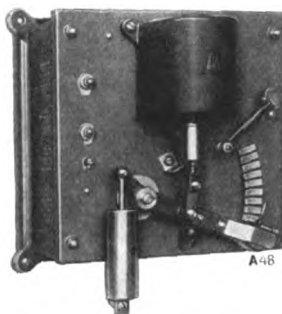


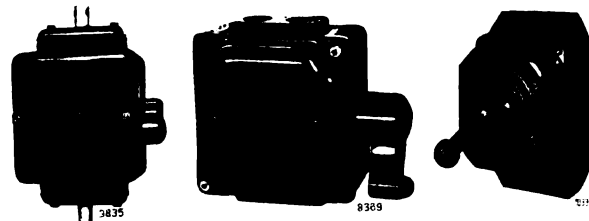
Abb. 3. Selbstanlasser für Fernsteuerung aus dem Jahre 1903.

3. Eindringen der Preßtechnik in den Niederspannungsschaltgerätebau. Bei den verhältnismäßig hohen Stückzahlen, mit denen dieser Zweig der Technik jetzt zu rechnen hat, ist die Preßtechnik die vorwiegend angewandte, ganz gleichgültig, ob es sich dabei um Isolierpreßstoffstücke oder um Metall-Spritzguß- oder -Preßstücke handelt. Spanabhebende Bearbeitung tritt ganz in den Hintergrund. Diese Entwicklung ist besonders gekennzeichnet durch die der keramischen Preßstoffe und der Kunstharzpreßstoffe und hat ihren Ausgangspunkt etwa im Jahre 1925.

4. Anwendung von Isolierstoffkapselung: Auf diese Weise trägt der Konstrukteur bereits für weitgehende Gefahrenverminderung Sorge. Der Gedanke ist sehr alt¹⁾ (1912), konnte aber erst in den letzten zehn Jahren weitgehend verwirklicht werden²⁾. Zunächst richtete sich der Kampf gegen die geleitete, lackierte Papphaube als Abdeckwerkstoff. Die Kappen wurden durch Platten aus keramischen Stoffen verfestigt (1925). Dann folgte die vollständige Isolierstoffkapselung. Wesentlich dabei ist auch noch die Erkenntnis, daß bei der Verwendung von Isolierpreßstoffstücken Konstruktions- und Isolationsstoffe die gleichen sind, also an Einzelteilen und Arbeitsvorgängen erheblich gespart werden kann.

Besonderen Auftrieb erfuhr die Isolierstoffkapselung durch die Entwicklung fester Isolierpreßstoffe, die mit Erfolg den Kampf gegen das Metall (Gußeisen) aufnehmen können. Hier kommen vorzugsweise die Klassen

M, T und Z der Kunstharzpreßstoffe in Betracht. Mit ihrem Auftreten war es möglich, Geräte, die hohen mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt sind, ebenfalls statt in Metall in Isolierstoff zu kapseln, weil trotz kleinerer Schlagbiegefestigkeit die Stoßfestigkeit zu gleichen Werten führte³⁾. Die Entwicklung zeigt Abb. 4.



1929: Keramische Kapselung

1935: Sockel keramisch, Deckel Kunstharzpreßstoff (Klasse S)

1937: vollständig Kunstharzpreßstoff (Klasse T oder Z)

Abb. 4. Entwicklung der Isolierstoffkapselung.

5. Die Entwicklung der Fernsteuerung zur Ermöglichung leichter Bedienbarkeit der Schaltgeräte und leichter Durchführung von Abhängigkeiten. Die Entwicklung hat verhältnismäßig früh eingesetzt. Sie erlebte ihren Hauptauftrieb durch Einführung der Motorschutzschalter, bestehend aus Schützenschalter und thermischem Auslöser im Jahre 1923. Hierbei wurde früh der Wert des Öles als Konservierungsmittel erkannt: Dämpfung der Schaltschläge, selbsttätige Schmierung, hohe Betriebssicherheit, geringe Wartung.

Wesentlich war im Jahre 1912 die erste Lieferung eines dreipoligen Drehstromölschützes, das später in das Herstellungsprogramm fast aller Schaltgerätefabriken aufgenommen wurde (Abb. 5). Dieses Gerät hat wenig Ähnlichkeit mit einem neuen Gerät aus dem Jahre 1937 nach Abb. 6. Die Tulpenkontakte sind bei letzterem durch feste Klotzkontakte ersetzt. Die Führung besteht aus einem im Isolierstoff verlaufenden Flachband, das keine Klemmmöglichkeiten bietet. Die Kapselung ist heute Isolierstoff. Der Ölkasten liegt geschützt im Innern des ebenfalls aus Isolierpreßstoff bestehenden Außengehäuses.

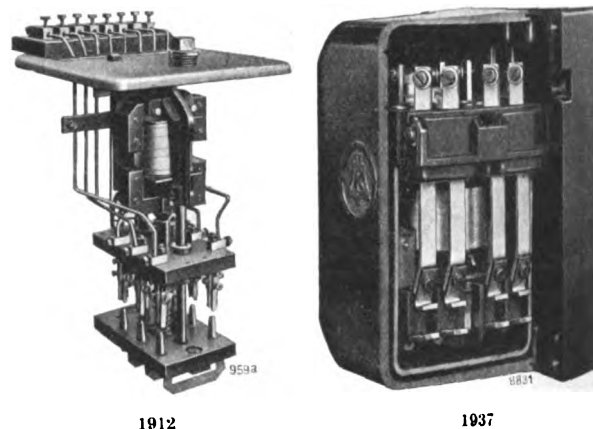


Abb. 5 u. 6. Drehstrom-Ölschütz aus den Jahren 1912 und 1937.

6. Den größten Wandel im inneren Aufbau der Geräte bedingte der Übergang von der jahrzehntlang üblichen Blätterbürste zum Klotzkontakt, in der Erkenntnis, daß der Übergangswiderstand in erster Linie vom Kontaktdruck abhängig ist und nicht von der Fläche. Weiterhin tritt in den letzten Jahren hierzu in starkem Maße die Verwendung von Silber, weil die Verbindungen, die es mit der Luft eingeht, leitend sind im Gegensatz zu denen des Kupfers. Der Silberkontakt erfordert im Gegen-

¹⁾ Passavant, ETZ 34 (1913) S. 79.

²⁾ Franken, Elektrotechn. u. Masch.-Bau 45 (1927) S. 861 u. 888; Helios 34 (1928) S. 850; ETZ 51 (1930) S. 52.

³⁾ Franken, Plast. Massen 7 (1937) S. 135 u. 176.

satz zu Kupfer keine selbstreinigende Relativbewegung und erlaubt infolgedessen den Aufbau von Geräten ohne mechanischen Verschleiß der Schaltstücke.

7. Die Überstromauslösung wurde maßgebend beeinflusst durch die Einführung der Kurzschlußläufermotoren. Konnte man schon beim Schleifringläufermotor nicht mit Erfolg behaupten, daß die alte Abschmelzsicherung das richtige Schutzglied darstellt, so war dies erst recht beim Kurzschlußläufer nicht mehr möglich, bei dem die Abschmelzsicherungen mit Rücksicht

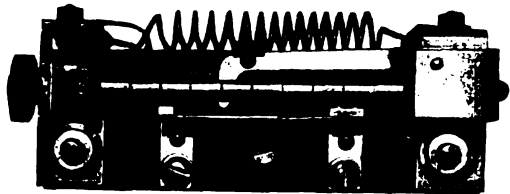


Abb. 7. Einphasige Schutzauslöser aus dem Jahre 1923.

auf die Einschaltspitzen im Verhältnis zum Nennstrom des Motors außerordentlich stark gewählt werden mußten. Die Entwicklung der thermischen Motorschutzauslöser setzte etwa um das Jahr 1922 herum ein⁴⁾. Heute beherrschen die thermischen Motorschutzauslöser das ganze Feld. Abb. 7 zeigt einen einphasigen Motorschutzauslöser zur Verwendung in Verbindung mit Schützen (1923), Abb. 8 einen dreiphasigen Auslöser mit gemeinsamem Auslöseglied (1937).

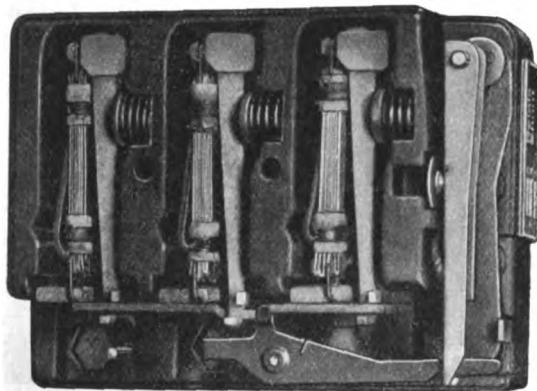


Abb. 8. Dreiphasiger Schutzauslöser aus dem Jahre 1937.

8. Baukastenprinzip. Die Anforderungen an die Schaltgerätetechnik sind so mannigfacher Natur, daß unmöglich für jede in der Praxis vorkommende Aufgabe ein besonderes Gerät entwickelt werden kann. Es muß deshalb darauf geachtet werden, daß die verschiedenartigsten Schalt- und Schutzgeräte für die verschiedensten Nennstromstärken und Betätigungseinrichtungen nach Bedarf miteinander kombiniert werden können. Die Versuche in dieser Richtung sind verhältnismäßig alt, aber erst die Entwicklung des Isolierpreßstoffes erlaubte wirkliche Lösungen. Man kann bei ihnen zahlreiche Durchbrüche in den verschiedensten Richtungen schon beim Pressen vorsehen und Zusammenschraubbarkeit nach allen Richtungen ermöglichen. Auf diese Weise entstehen wirkliche Baukastensysteme, die es unter Umständen erlauben, das Gehäuse eines gekapselten Schalters aus verschiedenen Seitenwänden, Böden, Deckeln usw. zusammenzusetzen und den jeweilig erforderlichen Ansprüchen anzupassen. Auf diese Weise ist es möglich, praktisch alle vorkommenden Aufgaben mit Bauteilen einheitlicher Abmessungen zu lösen (1935).

⁴⁾ ETZ 50 (1929) S. 20; 51 (1930) S. 176; 56 (1935) S. 1301 u. 1350. — Elektrotechn. u. Masch.-Bau 47 (1919) S. 1127; 48 (1930) S. 181 u. 813; 51 (1933) S. 105 u. 120.

9. Grundsätzlich anderer Aufbau der Verteilungsanlagen, gekennzeichnet durch den Gedanken, daß die offenen Schalttafeln der Entwicklung der Technik nicht mehr entsprechen. Die Verwendung gekapselter Geräte, auch bei der Zusammenfassung zu Verteilungen,

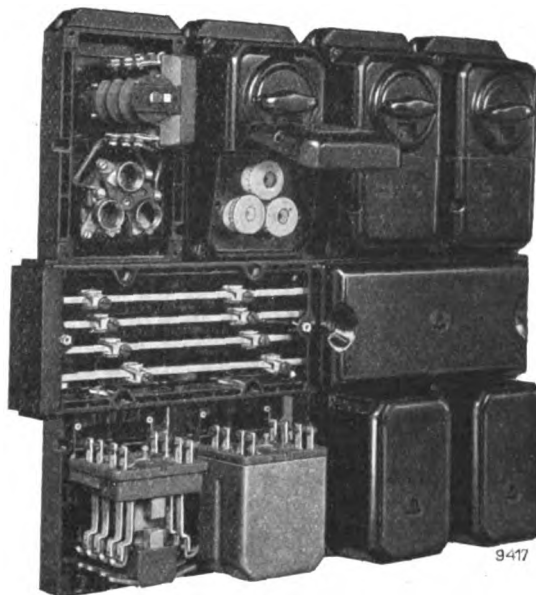


Abb. 9. Isolierstoffverteilung aus dem Jahre 1936.

ist heute vorherrschend. Damit verbunden ist eine leichte Veränderbarkeit der Anlagen und Raumersparnis. Die Anlagen können statt in irgendeinem abgelegenen, besonders gedichteten Raum mitten in die Werkstätten gestellt werden. Als Kapselungswerkstoff kommen in Betracht:

Gußeisen, Stahl und Isolierstoff, wobei die Entwicklung immer mehr auf die beiden letzten Stoffe zustrebt, und zwar vorwiegend auf den ungefährlichen, stoßfesten Isolierstoff: Stahlgekapelte Anlagen mit langen durchgehenden Schienenkästen 1931⁵⁾, isoliergekapelte Verteilungsanlagen 1933⁶⁾. Abb. 9 zeigt eine Isolierstoffverteilung aus dem Jahre 1936. Zahlreiche vorgepreßte Durchbruchstellen ermöglichen vielseitige Kombinationen, Abb. 10 eine stahlgekapelte Anlage.

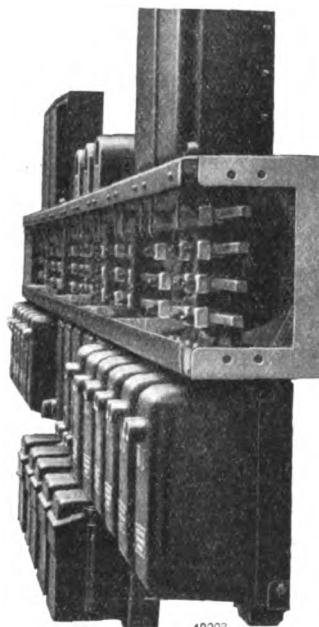


Abb. 10. Stahlgekapelte Verteilungsanlage.

10. Bewertungsfragen: Besonders schwierig gestaltete sich die Bewertung der Geräte. Strom und Spannung allein waren nur ein bescheidenes Kennzeichen. Es wurde dafür

gesorgt, daß die für den Verbrauch kennzeichnenden Werte genau erkannt und in den Listen aufgeführt wurden. Bei dem Anlaßgerätebau war es üblich, von der Motorleistung auszugehen und sogenannte Vollast- und Halblastanlasser zu bauen. Es wurde deshalb

⁵⁾ Franken, Elektrotechn. u. Masch.-Bau 49 (1931) S. 125; ETZ 54 (1933) S. 208.
⁶⁾ ETZ 55 (1934) S. 224.

(1915) betont, daß die mittlere Stromaufnahme während des Anlaßvorganges, die Anlaßzeit und die Schalthäufigkeit die für die Bemessung des Anlagers wichtigsten Werte⁷⁾ sind. In gleicher Weise mußte man für die Bewertung der Steuerwalzen und Widerstände eintreten. Es zeigte sich, daß ein Widerstand für eine Krananlage nur nach dem Verhältnis Belastungszeit : Ruhezeit verkauft werden durfte und nicht nach unklaren Begriffen, wie z. B. „leichter“ Betrieb. Deshalb wurde im Jahre 1922 in einer eingehenden Arbeit zu dieser Frage Stellung genommen⁸⁾. Die einschlägigen VDE-Vorschriften⁹⁾ tragen dem Rechnung. Für Kransteuerwalzen lagen die Verhältnisse schwieriger. Gefordert wurde hier die Festlegung eines Abnutzungsbegriffes, da nur die Lebensdauer der Schaltstücke ein wirklich ausreichendes Maß für die Bewertung der Steuerwalzen bietet⁸⁾. Es sollte hierbei besonders auf die Beanspruchung durch Tippen u. dgl. Rücksicht genommen werden. Da zur Beurteilung einer Walze in dieser Richtung ganz ausgedehnte Untersuchungen gehören, war es bis heute leider noch nicht möglich, Festlegungen zu treffen.

Dieselben Überlegungen gelten bezüglich der Bewertung der Schützenschalter und Walzenschalter. Auch hier wurde betont, daß die Beherrschung der Schalteistung und die Führung des Dauerstromes eine selbstverständliche Fabrikgarantie darstellen, daß aber kennzeichnend für den Wert der Konstruktion die Lebensdauer

der Schaltstücke und des Gesamtgerätes ist. Es wurde deshalb gefordert¹⁰⁾, daß die Listen der Firmen Angaben über die Lebensdauer der Schaltstücke machen. Dieser Gedanke hat sich mittlerweile durchgesetzt, und der Abnehmer ist jetzt in der Lage, Geräte bezüglich der Lebensdauer miteinander zu vergleichen. Es muß betont werden, daß die Feststellung dieser Zahlen durchaus keine einfache Angelegenheit ist. Die physikalischen Zusammenhänge sind noch nicht genügend erforscht. Die Hersteller sind deshalb auf eingehende Versuche bei jedem Modell angewiesen. Es mußte möglich gemacht werden, die Beanspruchung durch den Ein- und Ausschaltvorgang zu trennen, da deren Zuordnung meist außerordentlich verschieden ist. Zu wünschen wäre, daß nach weiterer Klärung dieser Fragen Richtlinien seitens des VDE erlassen würden.

Zusammenfassung.

Am meisten bestimmend für die Entwicklung der Konstruktionen des Niederspannungs-Schaltgerätebaues sind die äußeren Einflüsse. Übergang vom Anlassen zum Schalten und das Wachsen der Ansprüche, bedingt durch Steigerung der Einschaltstromstärke bei Verdrängung der Schleifringläufer durch die Kurzschlußläufermotoren sowie das Anwachsen der stündlichen Schaltzahlen bei der Entwicklung der Elektroarbeitsmaschine. Fernsteuerung, Preßtechnik und Isolierstoffkapselung kennzeichnen weitere wichtige Entwicklungsstufen.

- ⁷⁾ Möller, Elektrotechn. u. Masch.-Bau 33 (1915) S. 355 u. 366.
⁸⁾ Franken, ETZ 43 (1922) S. 752.
⁹⁾ VDE 0655.

- ¹⁰⁾ Franken, Werkstatttechnik 25 (1931) S. 33; Helios, Lpz. 35 (1929) S. 202. Elektrotechn. u. Masch.-Bau 47 (1929) S. 192. ETZ 54 (1933) S. 1163.

Nutzbremmung bei Einphasen-Wechselstrombahnen^{*)}.

Von L. Mirow VDE, Berlin.

(Schluß von S. 436.)

Nebenschlußschaltungen mit Erregerfeld in Phase mit Netzspannung.

Bei den bisher genannten Schaltungen wurde das Erregerfeld unmittelbar an eine Teilspannung des Umspanners angeschlossen. Das Erregerfeld eilt der Netzspannung um fast 90° nach. Bezeichnend für diese Schaltungsart ist der flache Verlauf der Bremskraftkennlinien mit der Geschwindigkeit und der verhältnismäßig große erforderliche Aufwand für den Scheinwiderstand im Läuferkreis.

Eine zweite Art ausgeführter Nebenschlußschaltungen arbeitet mit einem Erregerfeld, das annähernd in

621. 333. 4. 025. 1
 gestellt worden, über die Monath ausführlich berichtet hat⁹⁾. Seinerzeit wurde u. a. auch vorgeschlagen, bei mehrmotorigen Ausrüstungen einen Fahrmotor als Erregermaschine für die übrigen Motoren auszunutzen. Es stellte sich aber heraus, daß die entsprechende Umschaltung sehr verwickelt wurde. Das Aufstellen einer besonderen Erregermaschine war praktisch vorzuziehen. Außerdem ist es nach den anfangs gemachten Ausführungen bei den heute verlangten Bremsleistungen auch nicht zulässig, das Reibungsgewicht einer Achse unausgenutzt zu lassen.

Die zweite Schaltung von Kann benutzt ruhende Apparate. Die Erregerwicklung wird über einen ohmschen Widerstand und über eine Drosselspule an Teilspannungen des Umspanners angeschlossen. Durch entsprechende Bemessung von Widerstand und Drossel läßt sich die gewünschte Phasenlage des Erregerfeldes einstellen. Diese Schaltungsart wurde für Lokomotiven der Ofotenbahn angewandt und hat sich dort gut bewährt.

Bei der im dritten Beispiel gezeigten, ebenfalls von Kann angegebenen Schaltung wird die Phasenverschiebung des Erregerfeldes mit Hilfe eines Kondensators erreicht. Die Erregerblindleistung wird durch die Kondensatorleistung kompensiert. Hier wird praktisch, wie das Schaltbild zeigt, noch ein Zwischenumspanner eingefügt, der die Erregerspannung auf eine für die Größe

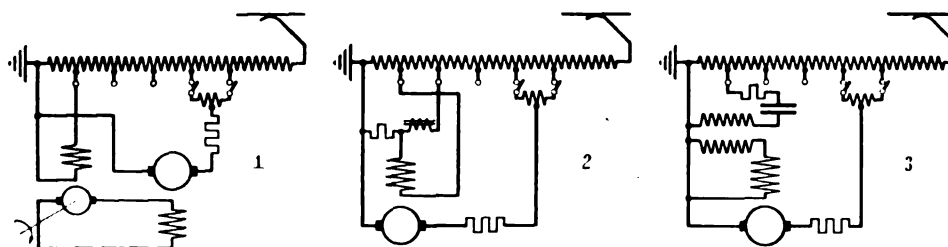


Abb. 6. Nebenschluß-Nutzbremsschaltungen. 1 Monath, 2, 3 Kann.

Phase mit der Netzspannung liegt, mit dem Ziel, für den zurückgegebenen Strom einen guten Leistungsfaktor zu erreichen. Die Phasenverschiebung des Erregerfeldes läßt sich mit verschiedenen Mitteln verwirklichen. Abb. 6 zeigt drei charakteristische Beispiele hierfür. Die erste Schaltung benutzt besondere Erregermaschinen oder Umformer. Mit ihr sind eingehende Prüffeldversuche an-

^{*)} Gekürzter Inhalt eines am 16. 11. 1937 im VDE-Bezirk Berlin-Brandenburg gehaltenen Vortrages (Fachgebiet „Elektrische Bahnen“). Bericht über die Aussprache siehe S. 487 dieses Heftes.

⁹⁾ Elektr. Kraftbetr. u. Bahnen 17 (1919) S. 209 u. 217. — Elektrotechn. u. Masch.-Bau 37 (1919) S. 461.

des Kondensators günstige Spannung übersetzt. Da der Erregerkreis fast ganz auf Resonanz abgestimmt ist, wird zur Stabilisierung in den Erregerkreis noch ein ohmscher Widerstand eingeschaltet. Diese letzte Schaltungsart ist in einem der Doppeltriebwagen eingebaut, die in den Jahren 1934 und 1935 von der Deutschen Reichsbahn beschafft wurden und von denen drei Wagen mit Versuchsbremseinrichtungen ausgerüstet sind.

Zahlentafel 1. Zusätzliche Apparate und Leistungsbedarf bei einer Erregerleistung von 25 kVA.

	Schaltung mit Erregermaschine	Brückenschaltung	Kondensatorschaltung
Erregergenerator	25 kVA	—	—
Antriebsmotor	≈ 10 kW	—	—
Widerstände	—	75 kW	≈ 1 kW
Drosselspulen	—	98 kVA	—
Umspanner	—	—	27 kVA
Kondensatoren	—	—	27,5 kVA
Wirkleistungsbedarf	≈ 10 kW	80 kW	3 kW
Blindleistungsbedarf	≈ 3 kW	123 kVA	≈ 0

In der Zahlentafel 1 sind für die gezeigten Beispiele die im Erregerkreis erforderlichen zusätzlichen Apparate und der jeweilige Leistungsbedarf zusammengestellt, und zwar für eine angenommene Erregerleistung von 25 kVA, wie sie etwa für einen Triebwagenmotor in Frage kommt. Die Schaltung mit Erregermaschine weist gegenüber der Brückenschaltung sehr günstige Werte auf. Daß seinerzeit trotz dieses Unterschiedes für die Lokomotiven der Ofotenbahn die Brückenschaltung den Vorzug erhielt, hat seinen Grund einmal in der Einfachheit der Schaltung, in der steten Betriebsbereitschaft und in dem Vorteil ruhender Apparate, die weniger Wartung bedürfen als die Erregermaschine, zum großen Teil wohl aber auch in der Tatsache, daß hier sehr günstige Verhältnisse für eine Nutzbremse vorlagen. Hierauf hat schon Monath in seinem Vortrage 1933 hingewiesen¹⁰⁾. Das Gefälle beträgt 14 bis 17 ‰, bergauf sind 600 t einschließlich 140 t Lokomotivgewicht zu fördern, bergab 2000 + 140 t, von denen das Lokomotivgewicht und 700 t der Anhängelast elektrisch gebremst werden. Unter diesen Umständen war ein guter Nutzbremseffekt auch mit einer Schaltung zu erreichen, die nicht gerade den günstigsten Wirkungsgrad aufweist. Im vorliegenden Fall beträgt bei 800 kW Bremsleistung der Verlust im Erregerkreis etwa 200 kW.

Die Kondensatorschaltung schneidet am besten ab (Zahlentafel 1). Man konnte jedoch naturgemäß erst an derartige Schaltungen herangehen, als es möglich war, betriebssichere Starkstromkondensatoren von annehmbaren Abmessungen zu bauen.

Für den Läuferkreis der drei gezeigten Schaltungen ergibt sich bei einer bestimmten gleichen Einstellung des Erregerfeldes auch das gleiche Vektordiagramm. Die Abhängigkeit des Bremsmomentes von der Drehzahl für jede Bremsstufe wird durch die Werte des Scheinwiderstandes des Läuferkreises bestimmt. Abb. 7 zeigt die Bremskraftschaulinien der schon erwähnten Doppeltriebwagen mit Kondensator-Nutzbremsschaltung. Die hier vorhandene Neigung der Bremskraftschaulinien ist schon durch einen verhältnismäßig großen zusätzlichen Widerstand im Läuferkreis erkauft worden. Die Stufen 1 bis 5 sind Nutzbremsstufen, 6 bis 10 Gegenstrombremsstufen. Die gestrichelten Linien zeigen die der jeweiligen Bremskraft entsprechenden Läuferstromstärken. Die Bremskraft kann demnach ähnlich wie die Zugkraft beim Anfahren selbsttätig durch ein Fortschaltrelais geregelt werden (in Abb. 7 stark ausgezogene Zickzacklinie). Die Fortsetzung der Nutzbremsstufen unterhalb der Abszissenachse ergibt Motorbetrieb. Wird bei einer Fahrzeuggeschwindigkeit von 40 km/h die

Bremsstufe 1 eingelegt und dann beibehalten, so würde die Motorwirkung der Anordnung das Fahrzeug auf etwa 48 km/h zu beschleunigen suchen. Die selbsttätige Regelung mittels des Fortschaltrelais sorgt jedoch dafür, daß das Schaltwerk weiter aufschaltet (bis zur Stufe 9), so daß sofort Bremswirkung einsetzt. Die Fortsetzung der Gegenstrombremskurven wiederum bringt Motorbetrieb in entgegengesetzter Fahrtrichtung. Die elektrische Bremsleistung ist demnach nach Stillstand des Fahrzeuges abzuschalten.

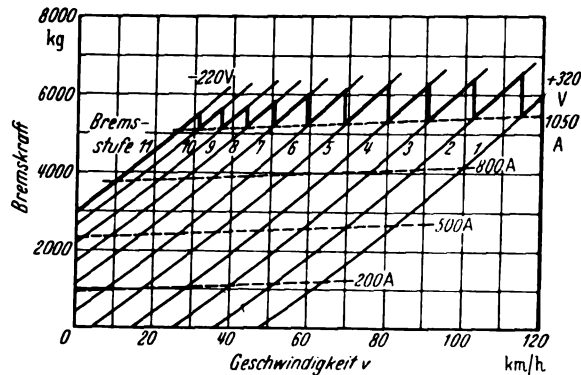


Abb. 7. Bremskraft-Kennlinien für Nebenschlußschaltungen mit phasenverschobenem Erregerfeld.

Im Fahrbetrieb beträgt die Anfahrzugkraft des Doppeltriebwagens bei der gleichen Fortschaltstromstärke von 1050 A etwa 6500 kg. Für Beschleunigung und Verzögerung ergibt sich also praktisch fast der gleiche Wert. Eine Meßfahrt mit dem Doppeltriebwagen + Meßwagen (Zuggewicht 100 + 50 t) im Personenzugfahrplan von München nach Stuttgart ergab bei einem Verbrauch von 1275 kWh einen Rückgewinn von 205 kWh, schon auf den Fahrdraht bezogen, d. i. ein Rückgewinn von 16 %, und zwar hauptsächlich aus kinetischer Energie, rd. 160 kWh, denn für das vorhandene Gefälle dieser Strecke lassen sich aus potentieller Energie etwa 45 kWh als Rückgewinn errechnen. Hierbei betrug die Höchstgeschwindigkeit nur 90 km/h. In Wh/tkm ausgedrückt ergeben sich folgende Zahlen: Arbeitsverbrauch ohne Nutzbremse 35,3 Wh/tkm und mit Nutzbremse 29,7 Wh/tkm. Das Gewicht der für die Nutzbremse erforderlichen zusätzlichen Apparate beträgt im vorliegenden Falle 3,3 % des Triebwagengewichts.

Bremsschaltungen mit Reihenschlußverhalten.

Eine Weiterentwicklung der ausgeführten Bremsschaltungen kann durch Einfügen einer Reihenschlußcharakteristik erfolgen. Hierzu ist aber eine genaue Kenntnis der Selbsterregungsbedingungen notwendig. Die bisher genannten Bremsschaltungen sind bis auf die Schaltung von Behn-Eschenburg im Bremsbetrieb auch nicht vollkommen selbsterregungsfrei, solange die Fremderregung dem gleichen Hauptumspanner entnommen wird, auf den der Generatorläuferkreis zurückarbeitet. Erreger- und Läuferkreis sind durch die Transformatorwicklung miteinander gekoppelt. Es läßt sich jedoch bei diesen Schaltungen die Grenzdrehzahl für das Einsetzen der Selbsterregung noch mit einfachen Mitteln aus dem verlangten Betriebsbereich hinausverlegen.

Für die Untersuchung der Selbsterregungsbedingungen sind zwei Sonderfälle zu unterscheiden: Erstens der normale Bremsbetriebsfall, bei dem Bremsleistung an das Netz geliefert wird und das Netz auch diese Bremsleistung aufnimmt. Hierfür besitzt das Netz im Verhältnis zur zurückgegebenen Bremsleistung eine solche Größe, daß es für netzfremde Frequenzen wie ein Kurzschluß wirkt. Zweitens der Fall, der sich ergibt beim Befahren eines spannungslosen Fahrdrahtstückes, oder bei unterbrochener Speiseleitung; also der Fall, bei dem Abgabe

¹⁰⁾ ETZ 55 (1934) S. 720.

der Bremsleistung über den Fahrdrabt nicht mehr möglich ist.

Abb. 8 zeigt ein Ersatzschaltbild für die Untersuchung der Selbsterregungsbedingungen. Im ersten Fall, dem normalen Bremsbetriebsfall, ist der äußere Kreis für netzfremde Frequenzen kurzgeschlossen, also $R = 0$. Der Hauptfluß des Transformators wird mit Netzfrequenz durch die Fahrdrabtspannung aufrechterhalten. Für netzfremde Frequenzen besteht dann eine Kopplung von Erreger- und Läuferkreis hauptsächlich nur über die Streuinduktivität. Die

Selbstinduktionskoeffizienten L_1 und L_2 besitzen demnach im Verhältnis zu den Motorgrößen nur kleine Werte. Da es sich hier im ersten

Fall um den normalen Bremsbetrieb handelt, muß für diese so gegebenen Bedingungen eine Selbsterregung unter allen Umständen vermieden werden.

Im zweiten Fall dagegen, Unterbrechung der Verbindung mit dem Verbraucher der zurückgegebenen Leistung, ist der äußere Kreis offen, also $R = \infty$. Der Haupttransformator wirkt dann für die Kopplung der Kreise wie ein Stromtransformator. Für die Bestimmung der Größen L_1 und L_2 bzw. der gegenseitigen Induktion ist der volle Eisenquerschnitt des Haupttransformators und die jeweils eingeschalteten Windungszahlen einzusetzen. Die Kopplung der einzelnen Kreise ist also bedeutend fester als im ersten Fall. Sind nun die Schaltungen so selbsterregungsicher, daß auch mit dieser festen Kopplung keine Selbsterregung eintritt, so bricht beim Auftreten der Bedingungen des zweiten Falles das vorhandene Erregerfeld zusammen und die Bremswirkung hört auf. Kann jedoch nur für diese lose Kopplung des ersten Falles die Selbsterregung unterdrückt werden, dagegen für den zweiten Fall der festen Kopplung nicht mehr, so arbeitet der Läuferkreis auf den Erregerkreis und treibt nun Erregerfeld und Spannung so lange in die Höhe, bis durch die Verluste in den inneren Widerständen der Kreise ein Gleichgewichtszustand hergestellt wird. Damit hierbei nicht Strom und Spannung unzulässige Werte annehmen, ist dann für ein rechtzeitiges und sicheres Abschalten des Läuferkreises zu sorgen. Andererseits kann diese Selbsterregung aber auch bewußt dazu ausgenutzt werden, die Bremswirkung aufrechtzuerhalten. Man hat dann nur durch Einfügen entsprechender Widerstände für die Beherrschung der verlangten Strom- und Spannungswerte Sorge zu tragen. Die dazu notwendige Umschaltung kann z. B. durch ein Relais gesteuert werden, das im Kreis der Oberspannungswicklung des Haupttransformators liegt; für die Bedingungen des zweiten Falles wird die Oberspannungswicklung stromlos.

Eine derartige Ausnutzung der Selbsterregung bei fester Kopplung der Kreise ist fast immer bei den Schaltungen möglich, die im Nutzbremsbetrieb mit dem Leistungsfaktor Eins arbeiten, also ihren Blindleistungsbedarf für die Erregung allein decken können. Vorteilhaft wird man hierbei dafür sorgen, daß die Selbsterregung mit einer Frequenz erfolgt, die in der Nähe der Netzfrequenz liegt, um ein Weiterarbeiten der Hilfsbetriebe zu ermöglichen¹¹⁾.

Die Selbsterregungsströme lassen sich durch folgenden Ansatz erfassen:

$$i = \sum k e^{p t} = k_1 e^{p_1 t} + k_2 e^{p_2 t} + \dots$$

¹¹⁾ Elektr. Bahnen 13 (1937) S. 236.

Hierin sind sowohl exponentiell ansteigende Gleichströme als auch Wechselströme berücksichtigt, je nachdem die Exponenten reelle oder imaginäre Werte erhalten. Für das Nichtauftreten einer Selbsterregung bzw. für das Abklingen vorhandener Ströme ergibt sich damit als einzige Bedingung, daß keiner der Exponenten einen positiven reellen Bestandteil enthalten darf.

Untersucht man die Selbsterregungsbedingungen einer reinen Reihenschluß-Bremsschaltung, so findet man, daß die Grenze der Selbsterregung für jede Bremsstufe mit der größten erreichbaren Bremskraft zusammenfällt¹²⁾. Die Anwendung der Reihenschluß-Bremsschaltung allein hat den Nachteil, daß sich ein Stromrückgewinn nur mit einem kleinen Erregerfeld und verhältnismäßig großem Läuferstrom erzielen läßt. Es steht aber nichts im Wege, den Reihenschlußcharakter mit Vorteil in die bisherigen Schaltungen einzufügen. Um hierbei die Selbsterregungsgrenze nicht zu überschreiten, kann als grobe Faustformel abgeleitet werden, daß der Reihenschlußcharakter so lange ausgenutzt werden darf, als der dadurch bedingte Zuschuß zur Bremskraft seinen Höchstwert noch nicht erreicht hat.

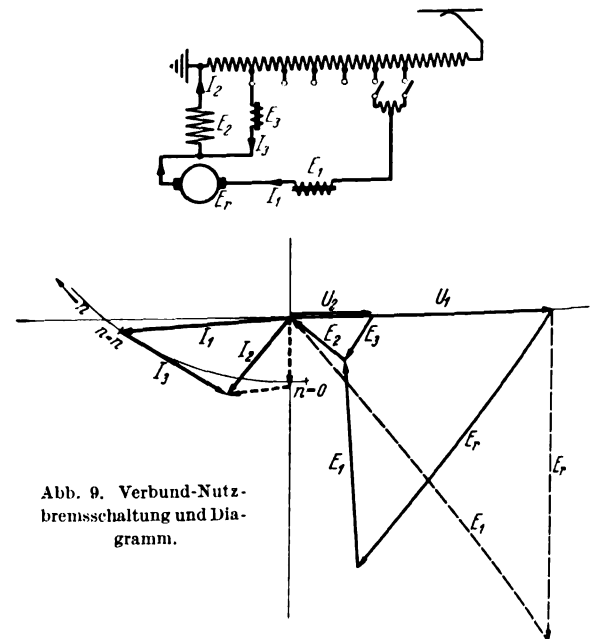


Abb. 9. Verbund-Nutzbremsschaltung und Diagramm.

Abb. 9 zeigt ein Beispiel einer solchen Verbundschaltung. Durch entsprechende Bemessung der Drosselspule 3 kann der Schaltung mehr oder weniger Reihenschlußverhalten gegeben werden. Schließt man die Drosselspule 3 kurz, so erhält man die Schaltung von Behn-Eschenburg, also eine reine Nebenschlußschaltung. Legt man dagegen das dem Transformator zugekehrte Drosselspulenende an Erde, so ergibt sich eine reine Reihenschluß-Bremsschaltung¹²⁾. Der Erregerstrom I_2 setzt sich also aus zwei Anteilen zusammen, aus einem von der Spannung U_2 abhängigen Fremderregungsanteil und aus einem vom Läuferstrom I_1 abhängigen Anteil. Mit I_2 ist für eine bestimmte Geschwindigkeit die Rotationsspannung E_r gegeben. Der Spannungskreis wird durch die Spannungen E_1 und E_2 an der Drosselspule 1 und an der Erregerwicklung geschlossen. Gestrichelt ist die Lage der Rotationsspannung E_r und der Drosselspannung E_1 für die Behn-Eschenburg-Schaltung angegeben. Der zurückgegebene Strom I_1 steht ungefähr senkrecht auf E_1 . Damit treten deutlich die erzielten Vorteile hervor. Es ist nicht nur eine Verbesserung des Leistungsfaktors für den zurückgegebenen Strom, sondern auch eine beträchtliche Ge-

¹²⁾ Mirow, Nutzbremmung bei Einphasen-Wechselstrom-Bahnen. Dissertation T. H. Hannover 1935.

wichtsverminderung der zusätzlichen Drosselspule 1 erreicht werden.

Bei den Bremsschaltungen mit phasenverschobenem Erregerfeld kann die Reihenschlußkomponente auf ähnliche Art eingefügt werden. Für diese Schaltungen wird damit erreicht, daß der Betriebsbereich, in dem ein guter Leistungsfaktor vorhanden ist, vergrößert wird, oder es kann der oft steile Anstieg der Bremskraftkennlinien dieser Schaltungen im oberen Geschwindigkeitsbereich abgeflacht werden.

Zusammenfassung.

Ein nennenswerter Stromrückgewinn allein aus Talfahrten kann auf den Strecken der Deutschen Reichsbahn nicht erzielt werden. Dagegen ergibt sich im Vorort- und Personenzugverkehr und auf Strecken mit zahlreichen Geschwindigkeitseinschränkungen schon bei den heute ver-

langten Reisegeschwindigkeiten ein annehmbarer Rückgewinn der im Zuge aufgespeicherten kinetischen Energie. Die bisher praktisch ausgeführten Nutzbremsschaltungen haben die in sie gesetzten Erwartungen erfüllt. Darüber hinaus können diese Schaltungen noch durch Weiterentwicklung in bezug auf Leistungsfaktor und Bremskraftcharakteristik verbessert werden. Das für die Nutzbremse erforderliche zusätzliche Gewicht beträgt etwa 3,5 % des Triebfahrzeuggewichtes. Wird es bei starker Beanspruchung der Bremse notwendig, die Motoren größer zu wählen, als es der Fahrbetrieb allein erfordert, so ist hierbei zu beachten, daß diese Vergrößerung auch dem Fahrbetrieb, besonders bei der Anfahrt, zugute kommt. Auf jeden Fall erscheint es bereits bei den heutigen Reisegeschwindigkeiten lohnend, die Einbaumöglichkeit einer Nutzbremse auf Grund entsprechender Wirtschaftlichkeitsberechnungen zu überprüfen.

Der Dreiphasen-Stromrichtermotor und seine Steuerung bei Betrieb als Umkehrmotor.

Von E. Kern, Baden (Schweiz).

Übersicht. Nachdem die bisher zur Regelung und Steuerung elektrischer Antriebe verwendeten Mittel kurz beschrieben werden, wird die Arbeitsweise des Dreiphasen-Stromrichtermotors eingehend erläutert. Hierbei wird der Betrieb mit Gleichstrom und mit Wechselstrom behandelt. An Hand des Schaltplanes eines kommutatorlosen Dreiphasen-Umkehrmotors mit Einhebelsteuerung werden im zweiten Teil der Arbeit die Ergebnisse an einem praktischen Beispiel zusammengefaßt.

Für den elektrischen Antrieb von Förderanlagen und Umkehrwalzenstraßen werden Motoren großer Leistung gefordert, deren Drehzahl und Drehrichtung fortwährend in kurzen Zeitabständen geändert werden müssen. Von derartigen Motoren wird verlangt, daß sie auf einfache Weise und mit möglichst stetigem Übergang vom Motorzustand in den Generatorzustand (Rückstrombremsung) und umgekehrt übergeführt werden können. Derartige Motoren wurden bis heute vorzugsweise in Leonardschaltung ausgeführt, wobei die Motoren mit konstantem Feld erregt werden, während die dem Läufer zugeführte Gleichspannung in der Größe und in der Richtung je nach der gewünschten Drehzahl und Drehrichtung des Motors geregelt wird. Diese Regelung der dem Motor zugeführten Spannung erfolgt hierbei mit Hilfe eines Motorgenerators, dessen Erregerstrom für die Feldwicklung entsprechend der gewünschten Drehzahl und Drehrichtung des Motors in Richtung und Größe eingestellt wird. Dieser Leonardantrieb erfordert hohe Anschaffungskosten und ergibt hohe Umformungsverluste. An Stelle dieses Leonardantriebes kann man die an sich bekannten normalen Gleichstrom-Kommutatormotoren verwenden, welche über gesteuerte Entladungsapparate mit veränderbarer Spannung gespeist werden. Um derartige Motorgruppen mit stetigem Übergang in den Bremszustand (Rückstrombremsung mit Stromrückgewinnung auf das Netz) überzuführen, kann man in ebenfalls bekannter Weise unter Anwendung der Kreuzschaltung zu dem den Motor speisenden Gleichrichter einen Wechselrichter parallel schalten. Diese beiden Stromrichter, welche somit abwechselnd arbeiten, je nachdem die Maschine als Motor oder als Generator wirken soll, werden dann mit Hilfe der Gittersteuerung so gesteuert, daß sie angenähert oder genau die gleiche Gleichspannung erzeugen. Ist die von der Gleichstrommaschine erzeugte Spannung kleiner als die vom Gleichrichter erzeugte Spannung, so arbeitet die Maschine als Motor und nimmt über den Gleichrichter Strom aus dem Wechselstromnetz auf. Ist aber umgekehrt die

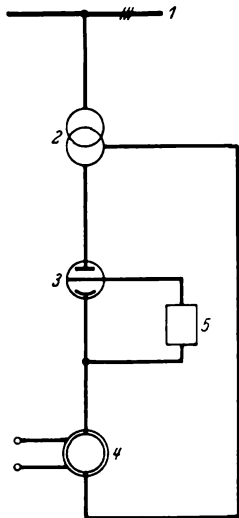
621. 313. 2 + 621. 314. 65. 025. 3 : 621. 34. 07-581
von der Maschine erzeugte Spannung größer als die vom Gleichrichter und vom Wechselrichter erzeugte Spannung, so fließt ein Strom rückwärts aus der Gleichstrommaschine über den Wechselrichter in das Wechselstromnetz. Im ersten Fall fließt der Arbeitsstrom im Gegensatz zu der von der Maschine erzeugten Spannung, die Maschine arbeitet dann als Motor; im zweiten Fall fließt der Strom im gleichen Sinne wie die Spannung der Maschine, diese arbeitet dann als Generator, d. h. sie wirkt dann als Bremse auf die Maschinenwelle.

Diese Anordnung besitzt aber den Nachteil, daß die Aufstellung zweier getrennter Stromrichter für einen Motor notwendig wird. Legt man sich aber die Frage vor, ob denn nicht die Möglichkeit bestehe, die stetige Umsteuerung eines Motors mit einfacher Arbeitswicklung mit einem einzigen Stromrichter und ohne Zuhilfenahme von Schaltapparaten im Hauptstromkreis oder im Feldkreis des Motors durchzuführen, so scheint dieser Wunsch vorerst mit der Arbeitsweise des Stromrichters überhaupt in Widerspruch zu stehen. Denn scheinbar müßte eine Umkehrung des Drehsinnes bei unverändertem Feld und unveränderter Verbindung zwischen Motor und Stromrichter eine Umkehrung des Arbeitsstromes auch im letzteren bedingen, was nicht möglich ist. Somit scheidet eine Umkehrung des Drehmomentes durch Umkehrung des Arbeitsstromes in der genannten Anordnung aus. Die andere Möglichkeit: Umkehrung der Spannung bei unverändertem Strom, würde in dieser Anordnung eine Umpolung des Feldes erfordern, welche Möglichkeit aber im Hinblick auf den damit verbundenen Zeit- oder Energieverlust ebenfalls ausscheidet. Nachdem somit die willkürliche Umkehrung der Richtung der Maschinenspannung bei gegebener Drehrichtung, sei es durch Vertauschen der Verbindungsleitungen im Arbeitsstromkreis oder durch Umpolung des Feldes, überhaupt nicht in Frage kommen kann, muß die Lösung in anderer Richtung gesucht werden.

Es ist aus dem oben Gesagten ersichtlich, daß bei einer angenommenen Drehzahl ein stetiger Übergang vom Leerlauf bis auf irgendeine positive oder negative Belastung mit einem System nach Abb. 1, bestehend aus Motor und gesteuertem Stromrichter, ohne weiteres möglich ist. Lediglich der stetige Übergang von der Belastung der einen Richtung (treiben bzw. bremsen) zur Belastung der andern Richtung (bremsen bzw. treiben) läßt sich damit unter den gemachten Voraussetzungen ohne Umschaltung oder Umpolung nicht durchführen.

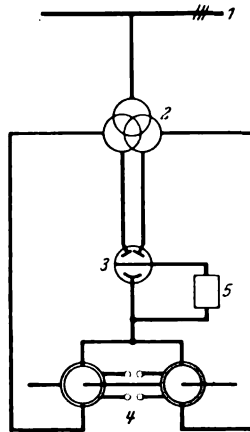
Nachdem also die zeitlich aufeinanderfolgende Einstellung der beiden Betriebszustände mit der genannten Anordnung in der gewünschten Weise nicht durchführbar ist, stellt sich die Frage, ob es gelingt, zwei Systeme aufzustellen, von denen je nach dem gewünschten Betriebszustand, treiben oder bremsen, das eine oder das andere herangezogen wird. Schon die oben erwähnte Kreuzschaltung stellt zweifellos eine mögliche Lösung dar, mit welcher wir uns aber, da sie zwei getrennte Stromrichter erfordert, nicht befassen.

Statt aber zwei Stromrichter und eine Maschine zu verwenden, ist es grundsätzlich dasselbe, gemäß Abb. 2 einen Stromrichter und sodann einen Motor und einen



1 Dreiphasennetz
2 Transformator
3 Stromrichter
4 Motor
5 Steuerung

Abb. 1. Betrieb eines Gleichstrommotors über einen Stromrichter aus einem Dreiphasennetz.



1 Dreiphasennetz
2 Transformator
3 Stromrichter
4 Doppelmotor
5 Steuerung

Abb. 2. Umkehrantrieb mit einem Stromrichter und Doppelmotor.

Transformator mit zwei Läufer- bzw. Sekundärwicklungen zu verwenden, womit im Prinzip unsere Forderung der Beschränkung auf einen einzigen Stromrichter bereits erfüllt ist. Auch diese Schaltung kann aber nicht befriedigen, indem die wechselweise belasteten Wicklungen und zwei Kommutatoren am Motor unerwünscht sind.

Im folgenden soll ein kommutatorloser Dreiphasenmotor beschrieben werden, welcher bei Anschluß über einen Stromrichter an einen Transformator mit doppel-sechsheisiger Sekundärwicklung allen Anforderungen hinsichtlich Regel- und Umkehrfähigkeit, die man überhaupt an einen Motor stellen kann, gerecht wird. Als unbefriedigend ist sein Verhalten in bezug auf den Leistungsfaktor bei verminderter Geschwindigkeit zu betrachten, welches Verhalten er natürlicherweise mit allen durch Stromrichter geregelten Antrieben teilt.

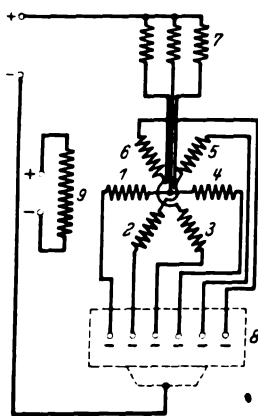
Die Arbeitsweise des Dreiphasen-Stromrichtermotors.

Die Arbeitsweise des Dreiphasen-Stromrichtermotors entspricht grundsätzlich vollkommen derjenigen des Gleichstrom-Kommutatormotors. Wie bei diesem ist das Drehmoment proportional dem Strom in der Arbeitswicklung und dem aus dem Feldsystem in die Arbeitswicklung eintretenden magnetischen Fluß. Die Drehzahl ist durch das Gleichgewicht zwischen der zugeführten, um den ohmschen Abfall verminderten und gleichgerichteten Wechselspannung und der durch den Umlauf des Feld-

systems in der Arbeitswicklung erzeugten und gleichgerichteten Wechselspannung festgelegt und somit proportional der zugeführten und gleichgerichteten Spannung und umgekehrt proportional dem die Arbeitswicklung durchsetzenden magnetischen Fluß. Infolgedessen kann durch entsprechende Erregung des Feldsystems auch dem Stromrichtermotor nach Belieben eine Nebenschluß-, Reihenschluß- oder Compound-Kennlinie gegeben werden. Der Unterschied der beiden Motorbauarten liegt lediglich in den für die periodische Umkehrung der Stromrichtung in den Stäben der Arbeitswicklung verwendeten Hilfsmitteln und ist somit rein konstruktiver Natur. Während die Arbeitswicklung des Gleichstrom-Kommutatormotors in geschlossener Polygonschaltung ausgeführt wird (günstigste Ausnutzung der Wicklung, Anschluß an Kommutator), ist, mit Rücksicht auf die Verwendung von Stromrichtern größerer Leistung für die Kommutierung im Dreiphasen-Stromrichtermotor die Sternschaltung zweckmäßiger (Anschluß der Kathode des Stromrichters an den Sternpunkt). Von den sechs Sternphasen sind jeweils drei benachbarte Phasen, d. h. jeweils drei Phasen mit gleicher Spannungsrichtung, gleichzeitig und in gleichem Sinne vom Arbeitsstrom durchflossen, wobei durch die Zusammenwirkung dieses Strombelages mit dem gegenüberliegenden Pol des Feldsystems das Arbeitsdrehmoment des Motors entsteht. In Rücksicht darauf, daß die Arbeitswicklung der Maschine mit den Anoden des feststehenden Stromrichters verbunden werden muß, ist es zweckmäßig, die Arbeitswicklung feststehend, also im Ständer der Maschine, anzuordnen und das Feldsystem in Form eines Polrades umlaufen zu lassen, womit der Motor die bekannte Bauart einer normalen Synchronmaschine annimmt. Während aber bei der unmittelbar von einem Mehrphasennetz gespeisten Synchronmaschine der Strombelag im Ständer mit einer festen, durch die Frequenz des Netzes und die Polzahl der Maschine gegebenen Drehzahl umläuft, wird nun die Umlaufgeschwindigkeit des Strombelages im Stromrichtermotor von der Frequenz des speisenden Netzes absichtlich losgelöst und auf dem Umweg über die Gleichrichtung in eine ausschließliche und eindeutige Beziehung zur frequenzunabhängigen Drehzahl des Läufers gebracht. Dies geschieht mit Hilfe des Verteilers, einer Vorrichtung, welche den für die Aufrechterhaltung des Drehmomentes erforderlichen Nachschub des Strombelages in der Arbeitswicklung bewirkt. Dieser Nachschub erfolgt dadurch, daß fortwährend neue, im Sinne der Relativbewegung des Feldsystems vorn liegende Teile der Arbeitswicklung mit Strom beschickt und umgekehrt die weiter zurückliegenden Wicklungsteile stromlos gemacht werden. Bei der Gleichstrom-Kommutatormaschine erfolgt nun die Vorschubung des Strombelages durch den Kommutator, einen Bestandteil also, welcher über mechanische Kontakte unmittelbar die gesamte Leistung der Maschine bewältigen muß. Der Stromrichtermotor ist demgegenüber dadurch gekennzeichnet, daß diese Aufgabe nicht mehr unmittelbar durch mechanische Kontakte, sondern durch den vom Verteiler gesteuerten Lichtbogen des Stromrichters übernommen wird. Auf diese Weise vermindert sich die unmittelbar vom Verteiler als Steuerkommutator geführte Leistung auf die Größenordnung einiger 100 W. Beansprucht somit bei der Gleichstrom-Kommutatormaschine der Kommutator als Kontaktvorrichtung ein gewichtiges Wort bei der Wahl der Betriebsspannung, so wird mit dem Ersatz des Kommutators durch den Stromrichter der Weg für die vom Gesichtspunkt der Verminderung des Nennstromes und der Verluste im Stromrichter erwünschte Erhöhung der Betriebsspannung des Motors frei.

Für den in Abb. 3 gezeichneten zweipoligen Gleichstrom-Stromrichtermotor müßte der Verteiler in einfacher Form aus einem für Bruchteile eines Ampere bemessenen feststehenden Kommutator mit einer Phasenzahl der Arbeitswicklung entsprechenden Lamellenzahl und drei um je 60° gegeneinander verschobenen, mit

der Motorwelle umlaufenden Bürsten bestehen. Diese letzteren werden gemeinsam mit dem positiven Pol der Steuerstromquelle verbunden, während die sechs Lamellen des Kommutators in gleicher Reihenfolge mit den Steuergeräten der Anoden der sechs Phasen der Arbeitswicklung zu verbinden sind. Auf diese Weise erhält jedes Gitter während 180° , also während der Brenndauer der zugehörigen Anode, positives Potential, welches die Zündung des Lichtbogens an der zugehörigen Anode einleitet. In den Zwischenpausen wird das Potential der Gitter in bekannter Weise durch die Ableitwiderstände auf einem für die Sperrung der Anoden genügenden negativen Wert gehalten. Infolge der Ventilwirkung der mit den Phasen der Arbeitswicklung verbundenen Anoden des Stromrichters kann der Strom in diesen Wicklungen nur in der Richtung vom Sternpunkt nach außen fließen. Die Umkehrung des Drehmomentes im Stromrichtermotor muß deshalb durch Vertauschen je zweier um 180° el. verschobener Phasen bewirkt werden, in dem Sinne, daß in Abb. 3 am Beispiel eines Gleichstrom-gespeisten Motors, bei einer gegebenen Stellung der Arbeitswicklung gegenüber dem Feldsystem, an Stelle der Phasen 1, 2, 3 nun die Phasen 4, 5, 6 mit Strom beschickt werden, was einem Vorzeichenwechsel des Strombelages der Arbeitswicklung im Ständer und damit auch der Richtung des Drehmomentes entspricht. Bei dieser Arbeitsweise, bei der infolge der bekannten Wirkung der Saugdrossel 7 in Abb. 3 jederzeit drei Folgephasen der sechsphasigen Arbeitswicklung gleichzeitig arbeiten, ist jede dieser Wicklungen während einer Halbperiode der vom Motor induzierten Gegenspannung stromdurchflossen und somit wirksam, während sie über die andere Spannungshalbwelle stromlos und also unwirksam ist.

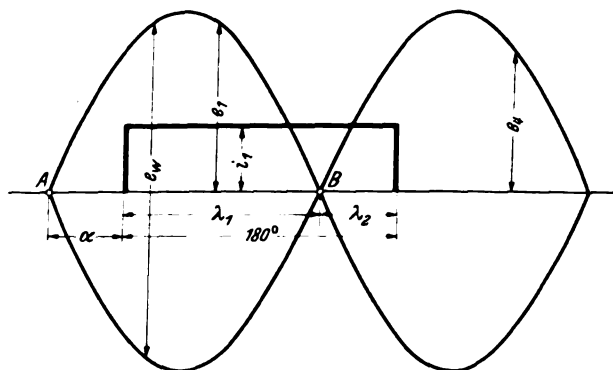


1 bis 6 Ständerphasen
7 Saugdrossel
8 Stromrichter
9 Feldwicklung

Abb. 3. Grundsätzliche Schaltung des Gleichstrom-Stromrichtermotors.

der brennenden Anode entgegengerichtet und dem erst entstehenden Strom in der folgenden Anode gleichgerichtet ist und diesen erhöht. Trifft dies zu, so geht die Stromwendung nun derart vor sich, daß der erstgenannte Strom verschwindet und der Strom in der neu gezündeten Anode auf den vollen Gleichstromwert ansteigt, worauf nach Ablauf des Phasenwinkels der Vorgang mit der Folgeanode von neuem beginnt. Die Stromwendung ist um so rascher beendet, je größer die Wendespannung ist. Während aber bei der Gleichstrom-Kommutatormaschine bei zu hoher Wendespannung die bekannte Überkommutierung und damit auch Funkenbildung an den Bürsten eintritt, bringt eine zunehmende Wendespannung im Gleichstrom-Stromrichtermotor keinerlei Nachteile in bezug auf die Stromwendung mit sich. Während somit das Wendefeld bei der Kommutatormaschine einen bestimmten stromabhängigen Wert genau einhalten muß, erfordert die Stromwendung beim Stromrichtermotor nur die Einhaltung dieses Wertes als Minimalwert, welcher aber beliebig überschritten werden darf. Der Grund dieses Verhaltens liegt darin, daß die Leitfähigkeit des bei der Stromwendung entstehenden Kurzschlußkreises mit dem Nulldurchgang des Stromes an der löschenden Anode infolge der Ventilwirkung dieser letzteren aufhört und somit eine Umkehrung des Stromes nicht eintreten kann. Diese Tatsache führt zu der für die Konstruktion des Stromrichtermotors wichtigen Erkenntnis, daß für die Kommutierung dieses letzteren keine besonderen Wendepole erforderlich sind, sondern daß vielmehr hierfür ein genügend breiter Ausläufer des Hauptfeldflusses verwendet werden kann, in ähnlicher Weise, wie dies für die Gleichstrommaschinen ohne Wendepole der Fall ist.

Rechnet man, wie dies beim Dreiphasen-Stromrichtermotor infolge seiner Schaltung mit Saugdrossel zutrifft, mit einer Arbeitsdauer jeder Phase von 180° el. (ohne Überlappung), so tritt die Stromwendung jeweils zwischen zwei um 180° verschobenen Phasen, also zwischen



e_1, e_4 Momentanwert der im Motor induzierten Gegen-EMK der Phase 1 bzw. 4
 e_w Wendespannung
 i_1 Momentanwert des Stromes in Phase 1
 α Zündwinkel
 λ_1, λ_2 Abschnitte gegensinniger Energierichtung

Abb. 4. Spannungs- und Stromverlauf in einer Ständerphase des Motors.

Der Stromübergang von einer Phase auf eine andere geht unter ganz ähnlichen Verhältnissen vor sich wie die Stromwendung bei einer Gleichstrommaschine. Bei dieser werden durch die Bürsten je zwei oder mehrere benachbarte Lamellen kurzgeschlossen und gleichzeitig in den so kurzgeschlossenen Spulen der Arbeitswicklung durch die Wendepole eine Spannung von besonderer Größe und Richtung erzeugt. Diese Spannung muß in diesem Kurzschlußkreis der bestehenden Stromrichtung entgegengerichtet und so groß sein, daß während des Durchgangs durch die Wendezone der Strom in den kurzgeschlossenen Spulen am Ende der Wendezone den gleichen Wert in umgekehrter Richtung wie zu Anfang der Wendezone besitzt. Jede Abweichung dieser Spannung im einen oder andern Sinne von diesen Werten führt zu Funkenbildung an den Bürsten. Die Sehnenspannung zwischen benachbarten Lamellen der geschlossenen Arbeitswicklung der Gleichstrommaschine entspricht bei dem nun betrachteten Gleichstrom-Stromrichtermotor, wenn man vorerst von der Saugdrossel absieht, der Spannung zwischen benachbarten Phasen des 6-Phasensystems, welche Spannung wir daher auch hier als Wendespannung bezeichnen. Diese Wendespannung nun kann sich im einen und andern Fall erst dann auswirken, wenn der Wendestromkreis geschlossen ist. Dies bedeutet beim Gleichstrom-Stromrichtermotor, daß die Stromwendung dann beginnt, wenn das Gitter der stromaufnehmenden Anode und damit diese selbst zündet. In diesem Moment muß nun die Wendespannung so gerichtet sein, daß sie dem Strom in

je zwei Gegenphasen des Motors auf. Arbeiten also in einem gegebenen Zeitpunkt die Phasen 1, 2, 3, so wird nach Ablauf einer $1/6$ -Periode der vom Motor erzeugten Wechselspannung die Phase 1 durch ihre Gegenphase 4 abgelöst, so daß nun während der folgenden $1/6$ Periode die Phasen 2, 3, 4 arbeiten. Der oben beschriebene Stromübergang von einer Motorphase auf die nächstfolgende, nachfolgend kurz Stromwendung genannt, geht immer dann anstandslos vor sich, wenn die Größe und Richtung der Wendespannung den oben genannten Bedingungen entspricht. Aus Abb. 4 ist ersichtlich, daß somit für die Wahl des Anfangspunktes der

621. 314. 211 Feuersichere Transformatoren für industrielle Zwecke. — Insbesondere bei Transformatoren für die Industrie ist eine feuer- und explosions sichere Ausführung erwünscht, weil sie die Aufstellung in Gebäuden und Werkstätten ohne besondere Schutzmaßnahmen gestattet. Diese Forderungen werden restlos durch Anwendung von vollkommen unbrennbaren Isolierstoffen unter Vermeidung eines geschlossenen Behälters erfüllt. Der letztere würde nämlich auch bei Füllung mit einem unbrennbaren Öl eine Explosion durch einen stehenden Kurzschlußlichtbogen im Inneren nicht völlig ausschließen. Für die in Frage kommenden Spannungs- und Leistungsgrenzen von 13,8 kV und 500 kVA ist deshalb der Trockentransformator das Gegebene. Seine Windungs-isolation besteht aus imprägniertem Asbest, die einer Wärmebehandlung bei 350° C ausgesetzt wird. Die Abstützung und Distanzierung der Wicklungen bzw. Spulen wird durch Porzellanstücke gebildet. Die Unempfindlichkeit einer solchen Ausführung gegen Feuchtigkeit konnte durch eine 16tägige Regenungsprobe, während der der Transformator täglich 16 h belastet war, unter Beweis gestellt werden. Wie bei jedem Trockentransformator sind auch hier die Gesamtverluste etwa die gleichen wie bei der Ölbauart, jedoch liegen die Eisenverluste höher und die Kupferverluste niedriger. Dementsprechend ist auch die Stromdichte des Wicklungskupfers geringer. Die Kurzschlußspannung hat den bei Ölbauarten üblichen Wert. Daraus ergibt sich bereits eine bedeutende Steigerung der thermischen Kurzschlußsicherheit, die durch die Anwendung unbrennbarer Isolierstoffe noch beträchtlich vermehrt wird. [H. V. Putman u. W. W. Satterlee, Electr. Wld., N. Y. 108 (1937) S. 2035; 1½ S., 2 Abb.] R. K.

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 785. 001. 4 Neues Verfahren zur Prüfung von Dreileiter-Drehstromzählern mit einem Leistungsmesser. — C. Di Pieri gibt eine Ersatzschaltung für die

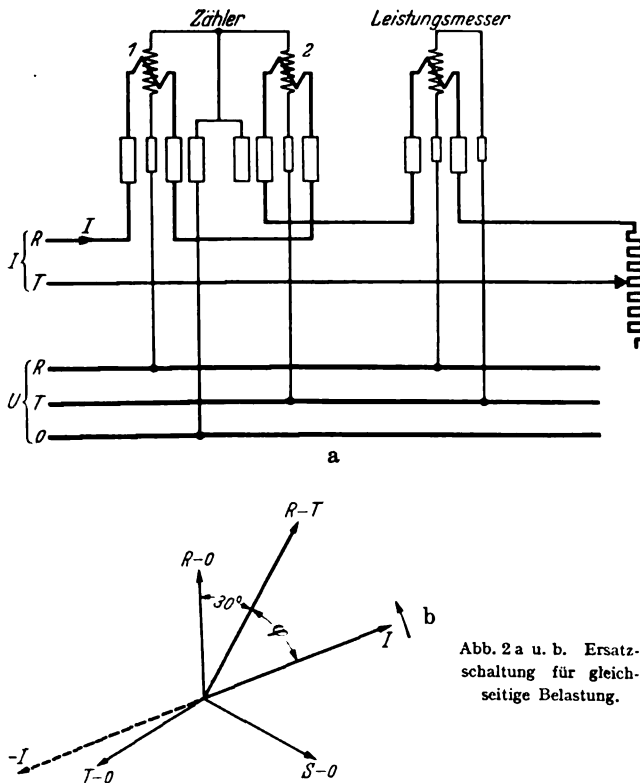


Abb. 2a u. b. Ersatzschaltung für gleichseitige Belastung.

Eichung und Prüfung von Drehstromzählern mit zwei Meßwerken bei gleichseitiger Belastung an. Die grundsätzliche Schaltung zeigt Abb. 2a, das Diagramm Abb. 2b. Die Spannungsspulen der Meßwerke werden an die Spannungen RO und OT gelegt, die Spannungsspule des Leistungsmessers an die Dreiecksspannung RT. Die Spannung am Prüfstand ist natürlich so einzustellen, daß die Sternspannung der Nennspannung des Zählers gleich ist. Der Strom durchfließt beide Stromspulen des Zählers im gleichen Sinne und die Stromspule des Leistungsmessers. Das Drehmoment des Zählers ist bei

einer Nacheilung des Stromes I um φ° gegenüber der Spannung RT :

$$M = c [U I \cos(\varphi + 30) + U I \cos(\varphi - 30)] \\ = c \sqrt{3} U I \cos \varphi = c U_v I \cos \varphi.$$

Der Leistungsmesser mißt die Größe $U_v I \cos \varphi$, womit die Richtigkeit der Schaltung bewiesen ist.

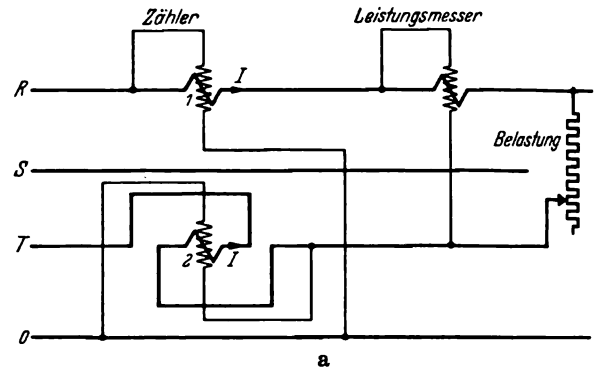


Abb. 3a u. b. Ersatzschaltung, Meßwerk 2 umgepolt.

Bei normalen Drehstromzählern, die kein Meßwandlerklemmenstück haben, pflegen die beiden Enden der Spannungsspulen im Zähler fest verbunden zu sein. Man kann dann die Spannungsspulen nicht an die Spannungen RO und OT anschließen, sondern muß RO und TO wählen, also die Spulen des Meßwerkes 2 umpolen. Der Zähler ist dann nach Abb. 3a angeschlossen, die Lage der Vektoren zeigt Abb. 3b. Während bei der bekannten Ersatzschaltung¹⁾ der Sinn der Vor- und Nacheilung zwischen Strom und Spannung gegenüber der Aronschaltung umgekehrt ist, ist er bei der neuen Schaltung der gleiche, d. h. es eilt bei induktiver Belastung der Strom im Meßwerk 1 der Spannung um $\varphi + 30^\circ$ nach, bei Meßwerk 2 um $\varphi - 30^\circ$. Hingegen eilt bei der neuen Schaltung, wie sie Di Pieri angibt, die Spannung des Meßwerkes 1 der des Meßwerkes 2 um 60° vor, während dies bei der Aronschaltung und der erwähnten bekannten Ersatzschaltung umgekehrt ist. Pölt man aber bei der neuen Schaltung nach Abb. 3 die Spulen von 2 um, so ergibt sich ein weiterer Vorteil, insofern als jetzt die Spannung von 1 der von 2 um 120° nacheilt, und somit die gegenseitige Beeinflussung der Spannungsflüsse dieselbe ist wie bei der Aronschaltung, bei der die Spannung von 1 der von 2 um 60° nacheilt. Lediglich die Wechseltriebe zwischen dem Stromfluß eines Meßwerkes und dem Spannungsfluß des anderen und zwischen den Stromflüssen beider Meßwerke sind andere als bei der Aronschaltung. Die Folge davon ist, daß die Ersatzschaltung bei Zählern, bei denen solche Wechselwirkungen vorkommen und die keine vollkommen wirkende Drehfeldkompensation haben, nicht genau dieselben Meßwerte ergibt wie die Aronschaltung. In der neuen Schaltung erhält man auch dann richtige Werte, wenn der Sternpunkt nicht genau im Schwerpunkt des Dreiecks der verketteten Spannungen liegt. Das Verfahren kann natürlich auch mit einem Prüfzähler an Stelle des Leistungsmessers ausgeführt werden und gestaltet sich besonders vorteilhaft bei Verwendung eines Gleichlast-Prüfzählers. [C. Di Pieri, Electrotecnica 24 (1937) S. 784; 1 S., 2 Abb.] Be.

Elektrowärme.

621. 396. 61. 029. 52 : 621. 791. 7 Schweißung mit Hochfrequenz. — Auf dem Schweißkongreß in Pittsburg im vergangenen Sommer erregte ein Arzt beträchtliches Aufsehen mit seiner Erfindung „Schweißverfahren mit unsichtbaren Strahlen“. Er gab keinerlei sonstige Auskünfte über sein Verfahren, als daß er einige übrigens vorzüglich geschweißte Muster von etwa 1/4 mm dicken Nichteisenmetallblechen vorlegte und erklärte,

¹⁾ C. Doericht, ETZ 49 (1928) S. 180 u. W. Beetz, ETZ 50 (1929) S. 185.

die Schweißung sei nicht durch Zusammenschmelzen der Ränder, sondern durch Zusammenfließen der Metallkristalle nach Überwindung der Kohäsion geschehen. Die metallurgische Untersuchung der Proben durch den Herausgeber der technischen Zeitschrift „Iron Age“, die darüber berichtet hat¹⁾, zeigte, daß die Schweißnähte doch zusammengeschmolzen sind. Die weitere Untersuchung ergab, daß es sich um einen Hochfrequenzsender von etwa 2 kW, 100 kHz handelt. Nach Ansicht der damit beschäftigten Fachleute dürfte das neue Verfahren vorläufig nur zum Schweißen dünner Metallteile, Bleche, Drähte, vor allem von Metallen mit hoher Wärmeleitfähigkeit Aussicht haben. In Cleveland hat sich eine Gesellschaft zur Ausbeutung dieses Verfahrens gebildet. [G. Réminéras, *Électricité* 21 (1937) S. 460; 1½ S., 2 Abb.] J. C. F.

536. 53 : 621. 365. 4. 07 Maßnahmen zur genauen Temperatureinhaltung in Öfen zur Leichtmetallvergütung.

— Für die einwandfreie Leichtmetallvergütung wird eine genaue Einhaltung der vorgeschriebenen Temperatur in allen Teilen des Glühgutes benötigt. Dafür ist zunächst eine möglichst genaue von äußeren Einflüssen freie Temperaturmessung und -regelung sowie die richtige Lage der Thermoelemente notwendig (deshalb Anwendung von Instrumenten mit hohem Eigenwiderstand 10 Ω /mV). Bei Anwendung eines Instrumentes mit geringerem Eigenwiderstand, z. B. 60 Ω bei 26,5 mV beträgt der Fehler 5% oder rd. 25° C. Die hochwertigen Regler für technische Meßzwecke müssen eine Ansprechempfindlichkeit von 0,1% des Skalenwertes haben, also bei 600° Meßbereich von 0,6°.

Sehr wichtig ist die Gleichmäßigkeit der Temperatur der Kaltlötstelle. Die richtige Nullpunkteinstellung des Gerätes muß öfters nachgeprüft werden. Da die Genauigkeit der Regler noch abhängig ist von der Außentemperatur des Reglers, muß man das Instrument so aufstellen, daß keine höhere Temperatur als Raumtemperatur dort auftritt. Als Thermoelement verwendet man meistens Eisen-Konstantan; für die Kaltlötstelle ist noch ein Thermostat vorgesehen, um die Temperatur auf etwa 0,5° C konstant zu halten. Sehr oft wird die Kaltlötstelle in den Erdboden eingegraben, wodurch die täglichen Schwankungen ausgeglichen werden; man muß aber die jahreszeitlichen Schwankungen noch berücksichtigen. Auf die Anordnung der Thermoelemente im Ofen muß größter Wert gelegt werden, und zwar kommen die größten Meßfehler vor bei falscher Anordnung der Thermoelemente in Luftumwälzöfen.

Als Sicherheitsvorkehrung gegen Temperaturüberschreitungen beim Versagen der einzelnen Teile der Ofenanlage ist das Anbringen einer Sicherheitsröhre am Skalenanfang des Reglers am einfachsten. Dabei schaltet der Regler den Ofen bestimmt ab, wenn infolge von Unterbrechung oder durch Kurzschluß im Thermoelementstromkreis der Regler nicht gesteuert wird. Beim Kleben des Schützes ist nur dann eine Sicherheit gegeben, wenn der Hauptschalter der Anlage mit einer Nullspannungsauslösung versehen ist mit Stromzuführung über das Sicherheitsrohr. Die beste Sicherheitseinrichtung ist aber das Hintereinanderschalten von zwei Reglern. Der erste Regler arbeitet auf der eingestellten Temperatur. Versagt derselbe, dann arbeitet der zweite Regler mit einer kleinen Temperaturerhöhung. Dieser Regler arbeitet dann wie oben mit Nullspannungsauslösung.

Eine Ofenbauart, die im Beharrungszustand eine möglichst gleichmäßige Temperaturverteilung in allen Teilen des Ofenheizraumes gewährleistet sowie richtige Wahl der Wärmeübertragung sind ebenfalls wesentliche Gesichtspunkte, um die anfangs gestellte Forderung zu erreichen. Besprochen werden nur die Öfen mit Luftumwälzung; eingegangen wird auf falsche und richtige Anwendung eines Blockstapels im Luftumwälzofen. Man muß dafür Sorge tragen, daß die Luft in diesen Stapeln überall frei streichen kann. Gegenüber dem Luftumwälzofen hat natürlich der Salzbadofen den großen Vorteil, daß die Erwärmungsgeschwindigkeit viel größer ist. [L. Moenich, *Z. Metallkde.* 30 (1938) S. 17; 4½ S., 5 Abb.] Kps.

Verkehrstechnik.

621. 335. 4 (44) Neue elektrische Triebwagenzüge der franz. Staatsbahn. — Für den mit 1500 V Gleichstrom elektrisierten Vorortverkehr vom Pariser Bhf. Montparnasse nach Versailles und Rambouillet (48 km) sind Triebwagenzüge vorgesehen, die gleichzeitig für den Fernverkehr Paris—Le Mans (211 km) eingesetzt werden sollen. Die Zügeinheiten bestehen aus je zwei Wagenkästen auf drei Drehgestellen, es werden bis zu drei Einheiten zusammengeschlüsselt. Ein solcher Zug bietet dann 400 Sitz- und 300 Stehplätze. Die Einheit hat ein Leer-

gewicht von 71 t bei einer Gesamtlänge von 40,7 m. Die sechs vierpoligen kompensierten Motoren haben bei 675 V eine Dauerleistung von 147 kW bei vollem Feld und 1320 U/min. Bei dem Raddurchmesser von 925 mm und einem Übersetzungsverhältnis von 2,85 : 1 erzielen sie eine Höchstgeschwindigkeit von 130 km/h und eine Anfahrbeschleunigung von 1 m/s². Da elektropneumatische Steuerungen im Winter zu Störungen führten, wurde eine rein elektrische selbsttätige Steuerung mit zwei Schaltwalzen mit Motorantrieb gewählt. Die durch Stromwächter gesteuerten Antriebsmotoren der Nockenwalzen treiben letztere über eine Nockenkupplung, wobei die Walze ohne Stoß nur jeweils um eine Stellung weiter bewegt wird, ohne daß ein genaues Stillsetzen des Motors erforderlich ist. Die Nockenschütze werden durch die Nockenwelle geschlossen, das Öffnen geschieht durch Federn. Die ersten 10 mm der Bewegung der Kontakte beim Öffnen werden in 0,007 s zurückgelegt. Die beiden Schaltwalzen betätigen den Fahrtwender, 3 Motorabschalter, 20 Schütze für die Reihenparallelschaltung der Motorgruppen, 20 Schütze für Widerstandsschaltung und acht Feldschwächungsschütze. Insgesamt sind 42 Anfahrstufen vorgesehen, davon sechs als Dauerstellungen mit verschiedenen Gruppierungen der Motoren bei vollem und geschwächtem Feld. Um ein sanftes Anfahren zu gewährleisten, wird auf den ersten fünf Stufen die Beschleunigung von 0,3 auf 1,0 m/s² gesteigert. Die normale Anfahrt dauert 21 s, wobei die Zugeinheit einen Strom von 1200 A aus der Fahrleitung entnimmt. Bei genügender Geschwindigkeit des Zuges können die Walzen beim Wiedereinschalten alle 42 Schaltstellungen in 6,5 s durchlaufen. Der Rücklauf in Stellung 0 erfolgt beim Ausschalten im Mittel in 0,75 s. Der Führerschalter hat eine Fahrtrichtungswalze und eine Steuerwalze mit sechs Fahrstellungen für drei Motorgruppierungen bei vollem und geschwächtem Feld. Die erste Stellung — alle Motoren in Reihe bei vollem Feld — wird als Rangierstellung benutzt. Die Steuerstromkupplungen der Einheiten haben 71 Punkte. Die beiden Scherenstromabnehmer jeder Einheit erhielten Kohleschleifstücke. An Hilfseinrichtungen sind vorhanden: Zwei Motorverdichter für 1500 V, ein Motorgenerator zur Erzeugung der Energie für Beleuchtung und die Lüfter mit 72 V Spannung, eine Nickel-Kadmium-Batterie von 100 Ah Kapazität und eine elektrische Warmluft-Heizanlage. Für den Kurzschlußschutz sind hinter den Stromabnehmern Hochspannungssicherungen vorhanden, die eine besondere Lichtbogen-Löschvorrichtung durch Wasserdampf besitzen. Alle Steuer- und Hilfseinrichtungen sind unter dem Wagenkasten angeordnet. Das Schaltwerk wurde sehr harten Prüfungen unterworfen und hat auf dem Prüfstand 217 000 Anfahrten in einem Dauerversuch von 1672 Std. ohne Beanstandungen ausgehalten. Bei den Probefahrten auf der Strecke haben die ersten gelieferten Einheiten ebenfalls allen Anforderungen genügt. In 60 s wurde eine Geschwindigkeit von 120 km/h nach 1200 m erreicht, die erzielte Höchstgeschwindigkeit betrug 150 km/h. [Nicolet u. Nouvion, *Électricité* 21 (1937) S. 405 u. 455; 14 S., 28 Abb.] Du.

Theoretische Elektrotechnik.

621. 317. 728. 089. 6 Die Eichung von Kugelfunkentrecken für Wechselspannungen bis 1 MV. — Zur Kugelfunkentreckeneichung für Wechselspannungen bis 1000 kV (eff.) liegt eine (noch nicht veröffentlichte) Arbeit von Edwards und Smee vor, die besonders aufschlußreiche Ergebnisse über die möglichen Fehlerquellen bringt.

Die Spannung wurde nach dem Scheitelwert-Meßverfahren von Chubb und Fortescue¹⁾ gemessen mittels eines Schutzring-Platten-Kondensators und eines mechanischen Gleichrichters. Die Platten des Kondensators haben 6,1 m Außendurchmesser und 3,4 m Abstand voneinander; trotz der großen Ausmaße und der sehr günstigen Unterbringung oberhalb der beiden in Kaskade geschalteten Transformatoren war, infolge von Feldstörungen, bei spannungsführendem Kessel des zweiten Transformatoren eine Korrektur des Kapazitätswertes (um 2%) erforderlich.

Bei den Funkentreckeneichungen fanden nur solche Spannungswerte Berücksichtigung, die zwischen den höchsten Ablesungen und 2% tieferen Ablesungen lagen, denn weil Zufallsstreuungen in größerem Maße als $\pm 1\%$ nicht anzunehmen waren, konnten nur zu kleine Werte um mehr als 1% abweichen. Die gefundenen Werte wurden in logarithmischen Leitern aufgetragen, was den Vorteil guter relativer Genauigkeit über den ganzen Bereich bei gedrängter Darstellung hat. Die Verfasser finden für die 200 cm-, 100 cm-Kugeln und die kleinen Abstände der 75 cm-Kugeln bis 3% niedrigere Überschlüss-

¹⁾ M. W. Lippert, *Iron Age* 138 (1936) H. 8. S. 27.

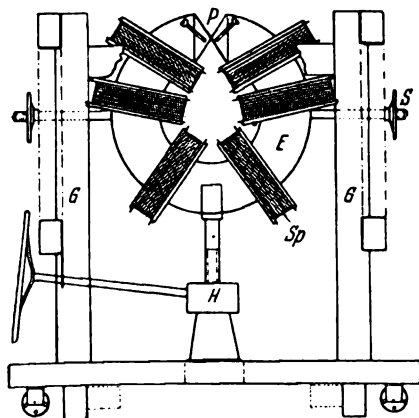
¹⁾ L. W. Chubb u. C. Fortescue, *Trans. Amer. Inst. electr. Engrs.* 32 (1913) S. 730.

spannungen als die AIEE-Werte¹⁾ von 1936. Sonst zeigt sich gute Übereinstimmung mit den AIEE-Eichungen mit Ausnahme der 12,5 cm-Funkenstrecke, die bis 5% höhere Werte ergibt.

Die Nachprüfung der Versuchsumstände zeigte folgendes. Der Werkstoff der Kugeln — Kupfer oder Aluminium — war gleichgültig. — Im Freien angestellte Messungen ergaben selbst bei Windstille und verhältnismäßig reiner Luft nur unbeständige Werte. — Feldstörungen von seiten des spannungsführenden zweiten Transformatorbessels machten sich auf die Funkenstrecke im selben Sinne wie auf den Luftkondensator bemerkbar, in nennenswertem Maße aber bei den gewählten Schutzabständen erst für Schlagweiten oberhalb $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ des Kugeldurchmessers. Die Funkenstrecken hatten im allgemeinen senkrechte Anordnung, wobei der Raum im Umkreis von 6 m freigehalten war. — Eine sprühende Leitung bewirkte Änderungen der Überschlagnspannung in gleicher Größenordnung wie ein nicht sprühendes dickes Rohr, so daß die Toeplersche Erklärung²⁾ der Beeinflussung des Überschlages durch Raumladungen, die vom sprühenden Draht ausgehen sollen, nicht erwiesen ist. — Hinsichtlich der Polarität der zum Überschlagn führenden Spannungshalbwelle lassen sich für die Kugeln bis zu 75 cm Dmr. drei Schlagweitenbereiche deutlich unterscheiden: bis zu Schlagweiten zwischen $D/2$ und D ist die Polarität unsicher, jedoch überwiegend negativ, daran schließt sich ein Abschnitt mit nur negativen Überschlagnen, und für Schlagweiten zwischen 1,5 bis 2 D erfolgt schnell der Übergang auf 100% positive Überschlagn. Die Überschlagnspannungen der Kugelpaare von 100 und 200 cm Dmr. hatten jedoch an keiner Stelle eindeutige Polarität. Die Ergebnisse stehen in Einklang mit dem Polaritätseffekt bei Stoßspannungen nach McMillan und Starr³⁾. (Daß die Polarität der Überschlagn nach Gehör zu unterscheiden ist, hat wohl schon Toepler beobachtet. D. Ber.) — Die Bedeutung der Bestrahlung scheint nicht nur in der Verminderung des Entladeverzuges zu bestehen, bei kleinen Spannungen (besonders in der Größe von 2 kV) zeigten sich nämlich bei fehlender Bestrahlung erhöhte und gleichzeitig vermehrt streuende Überschlagnwerte (Niederfrequenz!). Gute und gleichbleibende Messungen — auch beim Wechsel des Versuchsortes — waren durch Bestrahlung stets herbeizuführen. Es kann jedoch angenommen werden, daß es eine Spannungsgrenze gibt, oberhalb deren Bestrahlung nicht mehr erforderlich ist. [F. S. Edwards u. J. F. Smee, Vorabdruck aus J. Instn. electr. Engrs. 15½ S., 8 Abb.] Hhr.

Physik.

621. 318. 3 Starker Elektromagnet mit geringem Energieverbrauch. — Als Eisenkörper benutzt W. Steubing einen geschlossenen Ring E von kreisförmigem Querschnitt, der einen Ausschnitt von 100 mm Weite besitzt (Abb. 4).



E Ringeisenkörper
 P Polschuhe
 Sp Magnetsierungsspulen
 G Gestell
 H Höhenverstellung
 S Seitenverstellung

Abb. 4. Ringmagnet im Holzgestell.

In den Ausschnitt werden die Polschuhe P von außen durch Schrauben eingesetzt. Der Ring trägt fünf oder sechs Magnetsierungsspulen Sp . Die Seitenwände jeder Spule sind hohle Messingbleiben, die von Kühlwasser durchflossen werden. Zur Kühlung innerhalb der Spule dienen Messingbleche, die mit den Seitenwänden verlötet und nach je zwei Drahtlagen

¹⁾ Electr. Engng. 35 (1936) S. 783.

²⁾ M. Toepler, ETZ 51 (1930) S. 777.

³⁾ F. O. McMillan u. E. C. Starr, Trans. Amer. Inst. electr. Engrs. 50 (1931) S. 23.

angeordnet sind. Die Abmessungen sind: Wicklungsbreite 80 mm, Drahtlagenhöhe einschließlich der Zwischenbleche 50 mm, Drahtdicke 1,6 mm, Windungszahl etwa 1000, Höchsttemperatur bei 12 A im Spuleninneren 110° C, Wasserverbrauch 1,25 l/min. Der Eisenring ruht nur auf einem Unterstützungspunkt. Er ist mit einem Dorn in die passend gestaltete Form eines Autohebers H eingesetzt und dadurch leicht und genau in der Höhe zu verstellen. Zwei Seitenschrauben S ermöglichen die seitliche Bewegung um den Unterstützungspunkt. Bei unmittelbarem Anschluß an 220 V ist die Leistungsaufnahme 1475 W; das Feld von etwa 45 kØ reicht für die meisten Zwecke aus. Bei Anschluß an 440 V, Leistungsaufnahme 5250 W, ist der für Dauerbetrieb praktische Höchstwert erreicht; das Feld beträgt dann 48,9 kØ. Um das äußere Streufeld möglichst zu unterdrücken, werden besondere Polschuhformen entwickelt, mit denen bei einer Fläche von $6 \cdot 30$ mm² und einem Polabstand von 2,7 mm homogene Felder bis 35 kØ erreicht werden. [W. Steubing, Z. techn. Phys. 18 (1937) S. 160; 5 S., 3 Abb.] Br.

537. 528 : 621. 314. 64 Die Funken der elektrolytischen Ventilverwirkung. — Bei der Formierung einer Tantal-anode steigt die Spannung bei konstanter Stromdichte zunächst linear mit der Einschaltdauer an. Bei einer bestimmten, vom Ventilmetall wie vom Elektrolyten abhängigen Spannung setzt dann plötzlich ein lebhaftes Funkenspiel ein. Die Spannung steigt weiter proportional der Einschaltdauer, aber beträchtlich langsamer als früher. Die Ursache des Funkenspiels ist noch völlig dunkel. Daß die Schicht trotz des Funkenspiels noch weiter zu wachsen vermag, erklärt sich nach A. Güntherschulze und H. Betz dadurch, daß der sich auf den Funken konzentrierende Strom augenblicklich eine Gasblase erzeugt, die die Funkenbahn vom Elektrolyten trennt. Die Funken werden also durch die Gasblase wieder gelöscht, ehe die Spannung durch sie soweit gesenkt werden kann, daß eine Weiterformierung unmöglich wird. Bei einer zweiten gut definierten Spannung, der Maximalspannung, hört das weitere Steigen der Spannung auf. Bei dieser Spannung wird nach Ansicht der Verfasser die schützende Gasblase von der Entladung durchschlagen, so daß sie ihre Schutzwirkung verliert. Bis etwa 600 V ist die Maximalspannung vom Druck unabhängig. Darüber hinaus kann bei Atmosphärendruck wesentlich weiter formiert werden als bei geringem Gasdruck, weil bei letzterem die Schutzwirkung der Gasblase vollständig verschwindet, während bei sehr verdünnten Elektrolyten, wie sie für hohe Spannungen erforderlich sind, trotz Durchschlagens der Gasblase bei Atmosphärendruck immer noch eine gewisse Schutzwirkung übrigbleibt. [A. Güntherschulze und H. Betz, Z. Phys. 107 (1937) S. 347; 7 S., 5 Abb.] Bue.

537. 571 Thermische Elektronenemission in dielektrischen Flüssigkeiten. — E. B. Baker und H. A. Boltz übertragen die Richardson-Schottkysche Gleichung für die Elektronenemission einer heißen Kathode in ein Vakuum auf den Fall, daß die Emission in eine dielektrische Flüssigkeit erfolgt. Sie erhalten für die Abhängigkeit der Stromstärke I von der Feldstärke $\mathcal{E}$ die Gleichung

$$\log I = \log I_0 + \frac{1,91}{T} \sqrt{\epsilon} \mathcal{E},$$

die für genügend große Feldstärken gilt. Da die Austrittsarbeit für ein Elektron in ein Dielektrikum kleiner als in das Vakuum ist, nehmen sie an, daß bereits bei gewöhnlicher Temperatur diese thermische Elektronenemission wirksam ist. Sie untersuchen daher die Abhängigkeit der Stromstärke von der Feldstärke für Toluol bei 45° zwischen Platin- und Nickelelektroden, die mit Wasserstoff oder Sauerstoff beladen sind. Trägt man $\log I$ als Funktion von $\sqrt{\epsilon} \mathcal{E}$ auf, so erhält man eine Kurve, die für genügend große Feldstärken in eine Gerade übergeht, deren Neigung mit der obigen Gleichung ziemlich übereinstimmt. Die Abweichungen werden auf Unregelmäßigkeiten der Kathodenoberfläche zurückgeführt. Das Elektronenbombardement ruft auch chemische Veränderungen des Dielektrikums hervor. Die Anode überzieht sich bei größeren Stromstärken mit einer wachsähnlichen Schicht, die dem Stoff ähnelt, der sich oft in Kabeln mit Öl und Papier als Dielektrikum abscheidet. Die Entstehung dieses Stoffes wird meist auf Durchschläge zurückgeführt, die in Hohlräumen in der Isolation vor sich gehen. Die Untersuchung zeigt, daß er auch aus der Flüssigkeit durch thermisch erzeugte Elektronen entstehen kann. [E. B. Baker u. H. A. Boltz, Phys. Rev. 51 (1937) S. 275; 8 S., 6 Abb.] Wba.

FÜR DEN JUNGINGENIEUR.

Neuere Fragen der Klangforschung.

Von Ferdinand Trendelenburg, Berlin.

534-4

Übersicht. Der Aufsatz bringt zunächst geschichtliche Bemerkungen und behandelt dann rechnerische, mechanische und selbsttätige Verfahren zur Analyse stationärer Schallvorgänge und Verfahren zur Untersuchung schnell veränderlicher Schallvorgänge.

Als Hermann von Helmholtz vor nunmehr 75 Jahren die Lehre von den Tonempfindungen schuf, standen ihm keine objektiven physikalischen Meßverfahren zur Untersuchung von Luftschall zur Verfügung; er war bei allen seinen Klanguntersuchungen darauf angewiesen, das Ohr zur Beobachtung heranzuziehen. Um möglichst scharfe Aussagen über die Zusammensetzung von Klängen machen zu können, ließ er die Klänge nacheinander auf verschieden abgestimmte akustische Resonatoren wirken und hörte dann ab, wie stark die einzelnen Resonatoren ansprachen. Man kann heute, wo uns sehr genaue, objektiv anzeigende Meßeinrichtungen zur Ver-

wonnen. Die aufgezeichneten Klangbilder wurden zunächst meist rechnerisch analysiert. Die rechnerische Durchführung einer Klanganalyse ist eine sehr mühselige

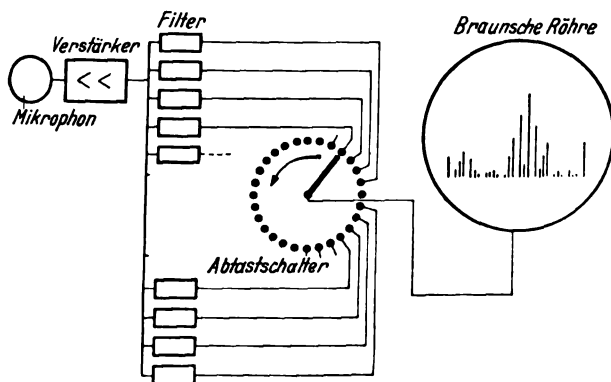


Abb. 1. Tonfrequenzspektrometer nach E. Freystedt.

fügung stehen, nur immer wieder von neuem bewundern, welch genaue und unumstößlich richtige Feststellungen dem großen Forscher gelungen sind. Die Tatsache, daß es — im Gegensatz zu anderen Gebieten der Physik — in der Akustik erst vor verhältnismäßig kurzer Zeit gelang, objektive Messungen zu machen, liegt darin begründet, daß bei Schallvorgängen im allgemeinen nur außerordentlich geringe Energiebeträge umgesetzt werden. Das Ohr spricht im Gebiet seiner größten Empfindlichkeit (um 1000 Hz) bereits auf die sehr kleine Leistung von 10^{-16} W/cm² an; bei Leistungen von nur 10^{-3} W/cm² setzt bereits Schmerzempfindung ein. So ist es erst nach Einführung der Verstärkerröhre in die Meßtechnik geglückt, Schallvorgänge mit großer Genauigkeit meßtechnisch zu erfassen; man formt die Schallvorgänge zunächst mittels eines elektrischen Schallempfängers in elektrische Schwingungen um, verstärkt diese dann durch Elektronenröhren, am Ausgang des Verstärkers können dann die hochwertigen Mittel der elektrischen Meßtechnik angeschlossen werden.

Objektiv gesicherte Ergebnisse auf dem Gebiet der physikalischen Klangforschung wurden zuerst mit den Verfahren der oszillographischen Klangaufzeichnung ge-

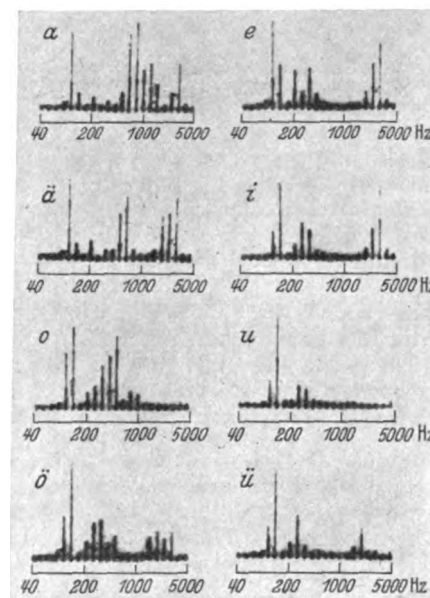


Abb. 2. Tonfrequenzspektrogramme verschiedener Vokale nach E. Freystedt.

Arbeit. Unter Verwendung einer Rechenmaschine und eines geeigneten Rechenschemas braucht man mindestens einen ganzen Arbeitstag, um die Amplituden der ersten 12 Partiale zu bestimmen. Auch mit einem mechani-

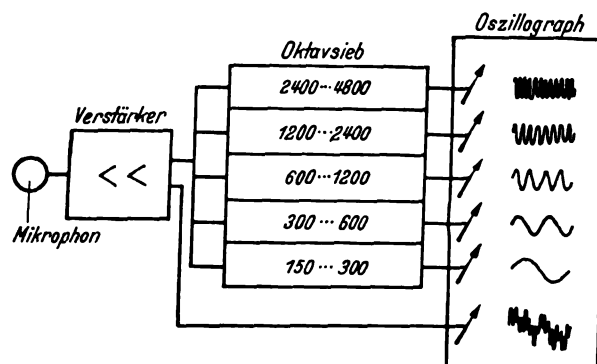


Abb. 3. Anordnung zur Oktavsieboszillographie nach F. Trendelenburg und E. Franz.

schen Analysator, z. B. dem praktisch sehr häufig verwendeten Analysator von O. Mader¹⁾, benötigt man zur Bestimmung der ersten 25 Partiale einige Stunden. So bedeutete es einen großen Fortschritt, als es gelang, selbsttätig arbeitende elektrische Verfahren zu ent-

¹⁾ O. Mader, ETZ 30 (1909) S. 847.

wickeln, mit deren Hilfe die gesamte Partialtonverteilung eines Klanges innerhalb eines Zeitraumes von einigen Minuten selbsttätig aufgezeichnet werden konnte. Derartige selbsttätige Klanganalyseverfahren wurden in Deutschland zuerst von M. Grützacher — übrigens gleichzeitig und unabhängig von ihm auch von E. Gerlach — ausgearbeitet²⁾. Die selbsttätigen Verfahren arbeiten meist in der Weise, daß ein von einem Schwebungssumme gelieferter „Suchton“ mit dem zu analysierenden Klang zusammen auf das Gitter einer Verstärkerschaltung wirkt.

Die Verstärkerschaltung besitzt eine nichtlineare Charakteristik. Im Ausgang der Verstärkerschaltung liegt ein Sieb, das nur die Frequenz von 0 bis 20 Hz durchläßt. Hinter dem Sieb liegt ein

Registrierinstrument. Zur Durchführung einer Analyse läßt man den Suchton langsam den gesamten Tonbereich von 0 bis 16 000 Hz durchlaufen. Zwischen dem Suchton und dem vom Schallfeld herrührenden

Komponenten bilden sich infolge der nichtlinearen Charakteristik des Verstärkers Differenzschwingungen, d. h. also — wenn wir mit p die Frequenz einer Schallfeldkomponente, mit s die Frequenz des Suchtons bezeichnen — insbesondere die erste Differenzschwin-

Die zu untersuchenden Schallvorgänge dürfen ihre Zusammensetzung während der Zeitdauer der Analyse nicht merklich ändern bzw. sie müssen, wenn es sich um nur kurzzeitig andauernde Schallvorgänge handelt, immer wieder von neuem in genau gleicher Zusammensetzung wiederholbar sein. Die Zeitdauer der Analyse läßt sich unter den Zeitraum von einigen Minuten⁴⁾ nicht heruntersetzen, da sonst das Auflösungsvermögen zu gering wird, die Suchtonverfahren versagen also für rasch veränderliche Schallvorgänge. Bei der Untersuchung derartiger Schallvorgänge war man daher zunächst gezwungen, auf die Verfahren der oszillographischen Schallaufzeichnung zurückzugreifen und die aufgezeichneten Schallvorgänge dann Abschnitt für Abschnitt zu

analysieren und so ein Bild über die zeitlichen Veränderungen der Klangzusammensetzung zu gewinnen⁵⁾. Bei dem großen Zeitbedarf eines derartigen Vorgehens ist es verständlich, welche große Vorteile es bieten würde, Verfahren zu finden,

den, welche in rascher Weise einen Überblick auch über die Schallzusammensetzung rasch veränderlicher Schallphänomene ermöglichen.

Das Tonfrequenzspektrometer.

Zwei derartige Verfahren wurden in den letzten Jahren entwickelt; es sei von diesen Verfahren zunächst das „Tonfrequenzspektrometer“ von E. Freystedt⁶⁾ behandelt. Am Ausgang des Mikrophonverstärkers (Abb. 1) liegt ein Satz von Siebketten, die jeweils die Komponenten im Bereich von einer Dritteloktave hindurchlassen.

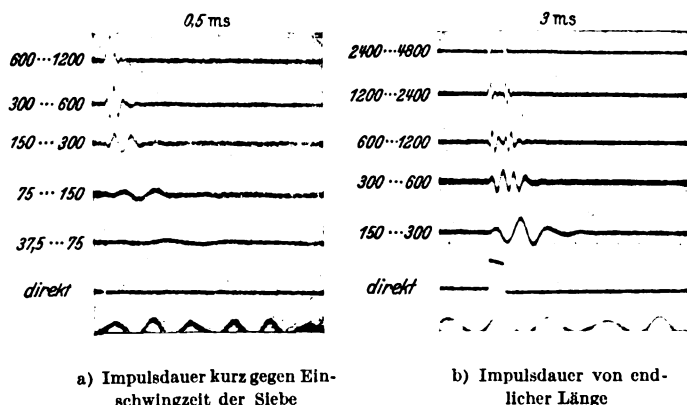


Abb. 5 a u. b. Erregung der Oktavsiebe durch Spannungsstöße von Rechteckform.

gung $p - s$. Solange die Differenzfrequenz $p - s$ kleiner ist als 20 Hz, d. h. also dann, wenn der Suchton gerade über eine vom Schallfeld herrührende Komponente hinwegstreicht, kann der Differenzton das Sieb am Verstärkerausgang durchlaufen und das Registrierinstrument schlägt aus. Es läßt sich leicht erreichen, daß der Ausschlag des Registrierinstruments proportional der Amplitude der vom Schallfeld herrührenden Komponenten wird.

Das eben skizzierte Verfahren wurde in einer Reihe von aufschlußreichen Untersuchungen³⁾ zur Analyse von Musikklängen und von Sprachlauten benutzt.

²⁾ M. Grützacher, Elektr. Nachr.-Techn. 4 (1927) S. 533; E. Gerlach, Z. techn. Phys. 8 (1927) S. 515. Es sei hier noch darauf hingewiesen, daß das erste Verfahren zur unmittelbaren Analyse von Wechselströmen von Th. des Coudres ausgearbeitet wurde. Vgl. ETZ 21 (1900) S. 752.

³⁾ Vgl. insbesondere: M. Grützacher, Elektr. Nachr.-Techn. 4 (1927) S. 533; Z. techn. Phys. 10 (1929) S. 577; E. Meyer und G. Buchmann, B.-l. Ber. (1931) Nr. 32, S. 735; L. Barczinski und E. Thienhaus, Arch. Néerland. phon. exp. 11 (1935) S. 47.

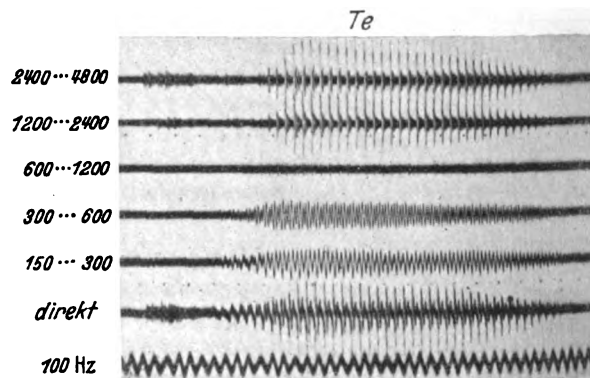


Abb. 6. Oktavsieboszillogramm der Silbe „Te“.

Am Ausgang der Siebketten liegt ein umlaufender Schalter, welcher 20mal in der Sekunde umläuft; er verbindet jedes der Siebe in jeder 20stel Sekunde einmal mit einem Braunschen Rohr, und zwar in der Weise, daß die

⁴⁾ Der erwähnte Zeitbedarf von einigen Minuten bezieht sich auf Suchtonverfahren mit tief abgestimmtem Sieb. Bei Suchtonverfahren mit hochabgestimmtem Resonanzkreis wird zum Teil nur eine Zeit von einigen Sekunden benötigt. Vgl. z. B. G. Weymann, Z. Hochfrequenztech. 49 (1937) S. 181.

⁵⁾ Eine grundlegend wichtige, in dieser Weise vorgenommene Untersuchung wurde von H. Backhaus, Z. techn. Phys. 13 (1932) S. 31, durchgeführt.

⁶⁾ E. Freystedt, Z. techn. Phys. 16 (1935) S. 533.

jeweilige Stärke der Komponenten des betreffenden Siebes durch die senkrechte Ablenkung des Leuchtflecks auf dem Braunschen Rohr angezeigt wird. Gleichzeitig wird durch eine waagerechte Ablenkung während jedes Umlaufs des Drehschalters der Leuchtfleck in jeder 20stel Sekunde einmal längs der waagerechten Achse des Leuchtschirmes verschoben, so daß dann also die Anzeige für die verschiedenen Siebe in jeder 20stel Sekunde einmal nebeneinandergereiht erscheint. Das Freystedtsche Tonfrequenzspektrometer entwickelt ein sehr anschauliches Bild der Schallzusammensetzung; Änderungen der Schallzusammensetzung lassen sich, insofern sie nicht allzu schnell erfolgen, ohne weiteres bereits bei subjektiver Beobachtung erkennen; für genauere Aussagen empfiehlt es sich, die auf dem Leuchtschirm entworfenen Bilder kinematographisch aufzunehmen. Abb. 2 zeigt einige Tonfrequenzspektrogramme.

Es liegt in der Konstruktion des Tonfrequenzspektrometers begründet, daß man bei solchen Schallphänomenen, welche ihre Zusammensetzung innerhalb eines Umlaufs des Drehschalters, d. h. innerhalb einer 20stel Sekunde, stark ändern, keinerlei ins Einzelne gehende Aussagen mehr machen kann. Zur Analyse derartiger sehr schnell veränderlicher Schallvorgänge kann man aber ein anderes, von F. Trendelenburg und E. Franz entwickeltes Verfahren⁷⁾, nämlich das der Oktavsieboszillographie, mit bestem Erfolg verwenden.

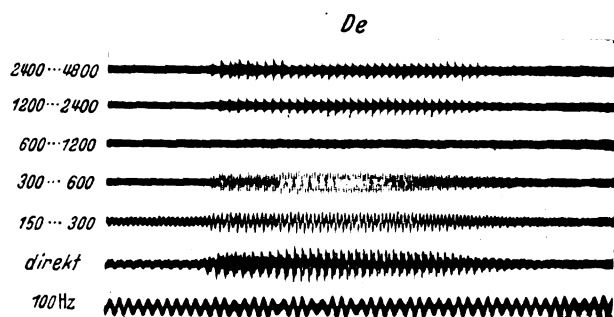


Abb. 7. Oktavsieboszillogramm der Silbe „De“.

Der Oktavsieboszillograph.

Am Ausgang des Verstärkers liegt ein Netz von Siebketten, welche jeweils den Bereich einer Oktave hindurchlassen (Abb. 3). Im Ausgang jedes der Oktavsiebe liegt eine Oszillographenschleife, welche diejenigen Komponenten aufzeichnet, die in dem betreffenden Oktavbereich liegen. Das Verfahren der Oszillographie ist brauchbar, auch für solche Schallvorgänge, die äußerst rasch veränderlich sind. Eine Grenze ist nur insofern gegeben, als bei sehr schnellen Veränderungen Fehler durch die Ausgleichvorgänge der Siebe selbst hervorgerufen werden können. Zu diesen Ausgleichsvorgängen ist folgendes zu sagen:

Nach einer von K. Küpfmüller⁸⁾ abgeleiteten Beziehung gilt für die Einschwingzeit ΔT eines Siebes in erster Annäherung die Beziehung $\Delta T = 1/\Delta f$, wenn mit Δf die Durchlaßbreite des Siebes in Hertz bezeichnet wird. Die Gültigkeit der Küpfmüllerschen Beziehung läßt sich leicht nachweisen, wenn man die Siebe plötzlich durch eine Sinusspannung erregt. Derartige Versuche an der Oktavsieboszillographenschaltung (Abb. 4) ergaben, daß tatsächlich die Küpfmüllersche Beziehung weitgehend erfüllt ist, und zwar insbesondere dann, wenn die geschal-

tete Frequenz auf der Siebmitte liegt. Liegt die Frequenz auf der Flanke der Siebe, so ist im allgemeinen die Ausgleichzeit etwas — aber in dem hier vorliegenden Falle nur unwesentlich — größer als in der Siebmitte. Verwenden wir also einen Oktavsieboszillographen mit den Durchlaßbereichen 150 bis 300 Hz, 300 bis 600 Hz, 600 bis 1200 Hz, 1200 bis 2400 Hz, 2400 bis 4800 Hz, so bedeutet dies, daß das tiefste Oktavsieb innerhalb rd. $1/150$ s, das nächst höhere innerhalb $1/300$ s, das nächst höhere innerhalb $1/600$ s usw. anspricht.

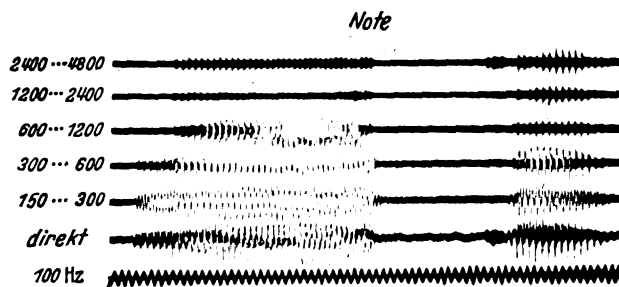


Abb. 8. Oktavsieboszillogramm des Wortes „Note“.

Die Schnelligkeit des Einschwingens der Oktavsiebe reicht — zumindest bei den Sieben höherer Tonlage — zur richtigen Nachbildung akustischer Vorgänge völlig aus. Auch durch die Ausschwingvorgänge der Siebe treten im allgemeinen keine nennenswerten Verzerrungen auf. Die Dinge liegen so, daß die Oktavsiebe wesentlich stärker gedämpft sind als die in der Akustik praktisch vorkommenden Schwingungsvorgänge; fast immer wirken ja bei der Erzeugung natürlicher Schallvorgänge Resonanzgebilde mit (beispielsweise bei der Sprache die Mundhöhle, bei Musikinstrumenten der Instrumentkörper), es können daher die natürlichen Schallvorgänge auch nicht schneller abklingen, als es den Dekrementen dieser Resonanzgebilde entspricht.

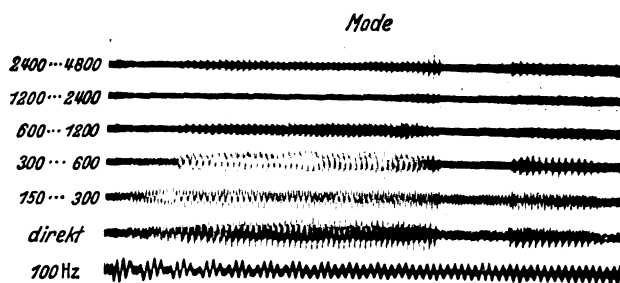


Abb. 9. Oktavsieboszillogramm des Wortes „Mode“.

Ergänzend sei auf eine Prüfung der Oktavsiebapparat hingewiesen, die mit elektrischen (durch Helmholtz-Pendel erzeugten) Rechteckstößen durchgeführt wurde. Diese Prüfung gibt ein besonders anschauliches Bild über das Verhalten der Oktavsiebe gegenüber rasch veränderlichen Vorgängen. Abb. 5 a zeigt Oktavsieboszillogramme eines Impulses, dessen Zeitdauer sehr kurz gegen die Einschwingzeit der Siebe ist, eines Impulses also, welcher als unendlich kurz aufgefaßt werden kann. Ein derartiger Impuls läßt sich in ein Amplitudenspektrum unendlich dicht verteilter Fourierkomponenten zerlegen, welche alle die gleiche Amplitude besitzen. Da die Durchlaßbreite der Oktavsiebe, in Hertz gemessen, sich von Oktave zu Oktave verdoppelt, nehmen die Spitzenwerte der Anzeige der Oktavsiebe, wie Abb. 5 a zeigt, gleichfalls mit wachsender Tonhöhe zu.

Handelt es sich, wie in Abb. 5 b, um einen Rechteckstoß von endlicher Zeitdauer, so kann man diesen Impuls

⁷⁾ F. Trendelenburg u. E. Franz, Z. techn. Phys. 16 (1935) S. 513; Wiss. Veröff. Siemens-Werk. 15 (1936) S. 78. Die Oktavsiebe selbst wurden von H. G. Thilo gebaut.

Oszillographische Untersuchungen mit Siebketten wurden weiterhin insbesondere auch von O. Vierling, Z. techn. Phys. 16 (1935) S. 528, vgl. auch Z. techn. Phys. 17 (1936) S. 63, und von O. Vierling und F. Sennheiser, Akust. Z. 2 (1937) S. 93, durchgeführt.

⁸⁾ K. Küpfmüller, Elektr. Nachr.-Techn. 5 (1928) S. 18.

so auffassen, als tritt in seinem Beginn eine sprungweise Spannungsänderung auf, die sich dann bei Schluß des Impulses mit umgekehrten Vorzeichen wiederholt. Jeder dieser sprungweisen Änderungen entspricht ein Amplitudenspektrum, dessen Fourierkomponenten mit wachsender Frequenz abnehmen. Demgemäß treten nun in der oszillographischen Aufzeichnung derjenigen Oktavsiebe, deren Einschwingzeit kurz ist, gegen die Zeitdauer des Rechteckstoßes bei Beginn und bei Schluß des Stoßes Spitzenwerte auf, deren Stärke in allen in Frage stehenden Sieben ungefähr die gleiche ist⁹⁾.

Mit dem Verfahren der Oktavsieboszillographie wurden aufschlußreiche Untersuchungen insbesondere auch über die schnellstveränderlichen Sprachlaute, die Explosivlaute, durchgeführt. Abb. 6 zeigt ein Oktavsieboszillogramm der gesprochenen Silbe „Te“. Man erkennt deutlich, wie im ersten Augenblick der Sprengung des Verschlusses zwischen Zunge und Oberzähnen ein durch Wirbelbildung an den Zähnen verursachtes „Konsonantgeräusch“ (Oktavbereich 2400 bis 4800 Hz) auftritt. Erst wesentlich später erkennt man in dem tiefsten Sieb (150 bis 300 Hz) Komponenten, welche vom Stimmband herühren. Diese Stimmbandkomponenten setzen ein, nachdem die zuerst weit geöffnete Stimmritze sich allmählich so weit geschlossen hat, daß die Stimmbänder in ihrer Eigenschwingung erregt werden können. Abb. 7 zeigt ein Oktavsieboszillogramm der gesprochenen Silbe „De“. Hier liegen die Dinge anders. Zunächst setzt (im Sieb 150 bis 300 Hz) die Stimmbandschwingung ein, bei Abgabe dieses Stimmlautes ist nämlich die Stimmritze zunächst geschlossen, und im ersten Augenblick ihrer Öffnung beginnen die Stimmbänder bereits zu schwingen. Wesentlich später erfolgt dann erst die Sprengung des oberen Verschlusses zwischen Zunge und Oberzähnen; man erkennt, wie ganz kurz vor Beginn des Vokals e das Konsonantgeräusch der Verschlusssprengung in dem Sieb 2400 bis 4800 Hz auftritt. Die Oktavsieboszillogramme zeigen — wie eben skizziert — ungemein anschaulich den Mechanismus der Schallerzeugung bei den in Frage stehenden Sprachlauten, ein Mechanismus, den zuerst H. v. Helmholtz¹⁰⁾ auf Grund seiner subjektiven Beobachtungen richtig erkannt hatte.

Auch die Untersuchung der physikalischen Eigenschaften gesprochener Wörter läßt sich mit dem Verfahren der Oktavsieboszillographie gut durchführen. Abb. 8 und 9 zeigen Oktavsieboszillogramme der gesprochenen Wörter „Note“ und „Mode“. Bei dem Wort „Note“ setzt der Stimmton zwischen den beiden Vokalen nahezu völlig aus, während er bei dem Wort „Mode“ nahezu unverändert hindurchläuft, ein Befund, der nach dem oben Gesagten verständlich ist.

Von besonderem akustischen Interesse ist die Frage des Klangeinsatzes bei musikalischen Klängen. Schon C. Stumpf¹¹⁾ konnte in seinen klassischen Untersuchungen zeigen, daß für die Erkennbarkeit eines Klanges der

Verlauf der Klangeinsatzes von größter Bedeutung ist. Bietet man nämlich einem Beobachter nur den stationären Teil eines Klanges dar, schneidet man also den Klangeinsatz ab, so ist er häufig nicht in der Lage, das betreffende Musikinstrument richtig zu erkennen. Die Zahlentafel 1 zeigt das Ergebnis derartiger Versuche an den Instrumenten: Flöte, Fagott, Posaune, Oboe, Klarinette, Tenorhorn, Waldhorn, Trompete, Kornett, Violine, Cello, Resonanzstimmgabel. Die Beobachter waren musi-

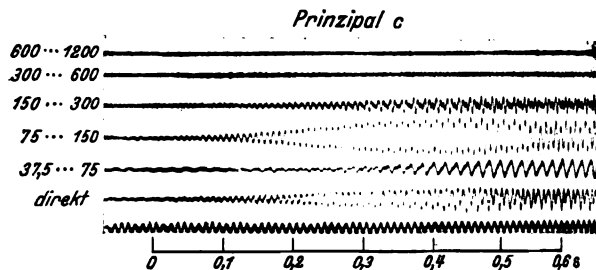


Abb. 11. Klangeinsatz einer Lippenpfeife (aus dem Prinzipal-Register).

kalisch bestens geschult, nämlich H.: Akustiker und Musikforscher, F.: Akustisch gut vorgebildet, Komponist, B.: Klavierlehrer a. d. Hochschule f. Musik, Dirigent, Ha.: Militärmusikdirektor, M.: Instrumentenmacher und Lieferant von Blasinstrumenten für Militärmusik.

Zahlentafel 1.

Versuchsreihe	Zahl der Fälle	Fehlerteile				
		Beobachter				
		B.	F.	Ha.	H.	M.
1*)	22	—	—	—	—	7
2*)	27	—	1	—	12	13
3	37	17	—	15	24	—

*) Enthielt nur von M. gelieferte Instrumente.

Die Tafel zeigt, daß Fehlerteile in großer Zahl unterliefen, sobald nur die stationären Teile dargeboten wurden, und zwar kamen Verwechslungen vor selbst wie Trompete mit Stimmgabel, Posaune mit Horn, Violine mit Oboe u. a. m.

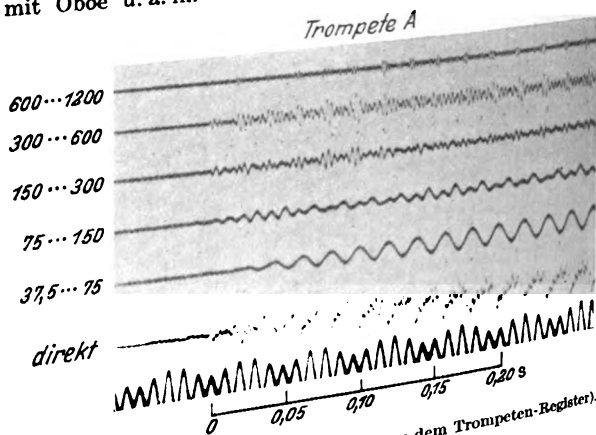


Abb. 12. Klangeinsatz einer Zungenpfeife (aus dem Trompeten-Register).

H. Backhaus¹²⁾ konnte die Ergebnisse von C. Stumpf durch objektive Schallaufzeichnungen ergänzen. Er zeigte bei seinen Untersuchungen, wie die Klänge bei den verschiedenen Musikinstrumenten aufgebaut werden; so ergab sich z. B., daß der Klang der Trompete sehr

⁹⁾ Diese mit rein elektrischen Mitteln durchgeführten Versuche sind wichtig zur Beurteilung der Frage, inwieweit mit der Oktavsieboszillographie über solche akustischen Vorgänge gemacht werden können, welche durch Impulse angeregt werden; so wird z. B. bei den menschlichen Vokalen die Mundhöhle meist durch periodisch wiederholte, kurzzeitige Öffnungen der Stimmritze angeregt. Es zeigte sich, daß mit dem Verfahren der Oktavsieboszillographie gerade auch hier außerordentlich weitreichende Aussagen gemacht werden können. Vgl. F. und W. Trendelenburg, Berl. Ber. (1937) Nr. 20, S. 265. W. Trendelenburg und W. Hartmann, Berl. Ber. (1937) Nr. 28, S. 391.
¹⁰⁾ H. v. Helmholtz, Die Lehre von den Tonempfindungen, S. 113, Braunschweig 1913.
¹¹⁾ C. Stumpf, Die Sprachlaute, S. 375, Berlin 1926.

plötzlich einsetzt, während der Klang der Geige nur sehr langsam aufgebaut wird.

Mit den Verfahren der Oktavsieboszillographie lassen sich die Eigenarten des Klangeinsatzes von Musikklängen sehr anschaulich herausarbeiten. Besonders aufschlußreich war eine Untersuchung, die von

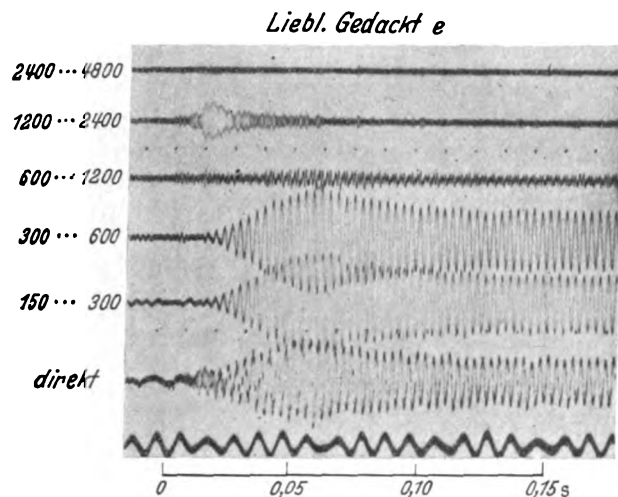


Abb. 13. Klangeinsatz einer Lippenpfeife (Register „Lieblich Gedackt“ der Orgel in der Eosanderkapelle.)

F. Trendelenburg, E. Thienhaus und E. Franz¹³⁾ über den Klangeinsatz bei der Orgel ausgeführt wurde.

Bei der Orgel werden zwei grundsätzlich verschiedene Arten der Schallerzeugung verwendet; nämlich die

Schallerzeugung durch Zungenpfeifen und die Schallerzeugung durch Lippenpfeifen. Bei den Zungenpfeifen (Abb. 10) wird eine metallische Zunge in ihrer Eigenschwingung angeregt. Die Schwingung der Zunge ist ober-

tonreich, und es werden dann durch einen — bei den verschiedenen Arten der Zungenpfeifen verschiedenartig geformten — Resonanzkörper bestimmte Obertongebiete durch Resonanz verstärkt und besonders kräftig in das Schallfeld abgestrahlt. Bei der anderen Pfeifenart, den Lippenpfeifen, wird eine schmale Luftlamelle gegen eine Schneide geblasen, an der Schneide bildet sich eine Wirbel- folge aus. Die Wirbel- folge stellt sich so ein, daß ihre Frequenz einer Eigenfrequenz des Resonanzrohrs oberhalb der Schneide entspricht; die Dinge liegen hier also so, daß die Frequenz der Pfeifenschwingung durch die Rückwirkung vom Resonanzrohr aus bestimmt wird. Es ist einleuchtend, daß bei Lippenpfeifen der Klangeinsatz verhältnismäßig langsam erfolgen muß, da ja zunächst die Rückwirkung von der Pfeife aus stattgefunden haben muß. Anders liegt es bei den Zungenpfeifen. Die Metall- zungen brauchen im allgemeinen nur etwa 1 bis 2 Schwin- gungen, bis ihre endgültige Amplitude und damit dann der stationäre Zustand erreicht ist. Zur objektiven Prü- fung der Orgelklänge wurden Versuche zunächst an der

musikalisch sehr wertvollen Orgel¹⁴⁾ in der Eosander- kapelle in Charlottenburg gemacht. Abb. 11 zeigt den Klangeinsatz einer Lippenpfeife, und zwar einer solchen aus dem Prinzipalregister. Es ist außerordentlich an- schaulich zu erkennen, wie langsam der Klang des Prinzi- pals aufgebaut wird; es dauert etwa 0,6 s, bis der Grund- ton in voller Stärke erklingt. Abb. 12 zeigt den Klang- einsatz einer Zungenpfeife (aus dem Trompetenregister); er erfolgt etwa zehnmal schneller wie derjenige des Prin- zipals. Besonders interessant verläuft der Einsatz der Lippenpfeife eines Gedackt-Registers, und zwar des Re- gisters „Lieblich Gedackt“. Beim Einsatz der Pfeifen dieses Registers tritt zunächst ein Vorläufer auf (Abb. 13), der in seiner Frequenz ganz wesentlich höher liegt wie der Grundton des stationären Klangteiles; und zwar entspricht die Frequenz etwa der 5½fachen der Grundfrequenz. Erst merklich später setzt dann der Grundton ein. Subjektiv ist der Einsatz dieses Registers ganz besonders eigenartig und ansprechend. Physikalisch dürften die Dinge etwa folgendermaßen liegen: Im ersten Augenblick reicht der Druck an der Pfeife nicht aus, um den Grundton, der verhältnismäßig viel Energie zur Erzeugung benötigt, zu erregen. Die Pfeife klingt daher mit einer hohen Eigenschwingung¹⁵⁾ an, und geht dann erst allmählich in einen Schwingungszustand über, der vorwiegend den Grundton enthält. Die Eigenart der Klangeinsätze macht sich im praktischen Orgelspiel stark bemerkbar. Es treten beispielsweise bei einer schnellen Tonfolge, die auf dem Register „Lieblich Gedackt“ ge- spielt wird, wesentlich nur die Vorläufer in Erscheinung, die Grundtöne haben keine Zeit, einzuschwingen.

Es erschien von besonderem Interesse, festzustellen, ob auch andere wertvolle alte Orgeln ähnlich interessante Klangeinsätze zeigen, wie wir sie in der Eosanderkapelle fanden. Subjektiv konnten wir ganz ähnliche Schall- phänomene beispielsweise an der berühmten, kleinen Orgel

in St. Jakobi in Lübeck¹⁶⁾ beob- achten.

Dank dem Entgegenkom- men der Reichs- rundfunkgesell- schaft¹⁷⁾ konn- ten wir an einer Reihe von Schall- platten, die an verschiedenen Orgeln, so z. B. gerade auch an der Jakobi- kirchenorgel,

aufgenommen worden waren, oktavsieboszillographische Untersuchungen ausführen. Die Aufnahmen zeigten in vielen Fällen ähnlich interessante Klangerscheinungen, wie wir sie an der Eosanderkapellenorgel gefunden hatten. So sind z. B. in Abb. 14 bei einem „Gedackt“- Register der Jakobikirchenorgel ganz ähnliche Vor- läufer zu erkennen¹⁸⁾, wie wir sie am Register „Lieb- lich Gedackt“ der Charlottenburger Orgel zuerst fanden. Sehr interessant ist auch eine Aufnahme, die an der be- rühmten Orgel¹⁹⁾ in St. Georgen in Rötha bei Leipzig ge- wonnen wurde. Abb. 15 zeigt die ersten Takte der Fuge F-dur von F. Buxtehude. Bei den ersten sehr rasch gespielten Tönen hat der Grundton keine Zeit einzu-

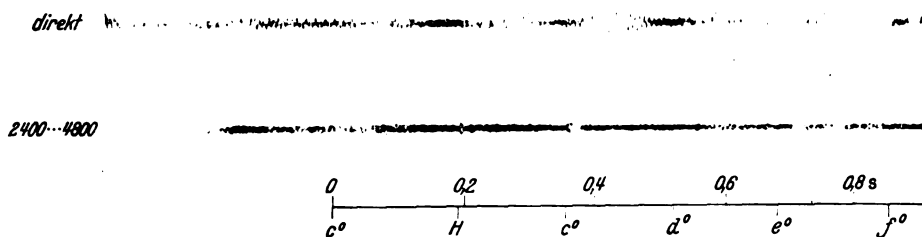


Abb. 14. Klangeinsätze einer Lippenpfeife (Gedackt-Register, kleine Orgel Jakobikirche, Lübeck.)

¹⁴⁾ Die Orgel in der Eosanderkapelle wurde 1706 von Arp Schnitger, Hamburg, erbaut.

¹⁵⁾ Daß hohe Eigenschwingungen von Pfeifen nicht, wie man zu- nächst erwarten sollte, streng harmonisch zum Grundton liegen, ist bereits anderweit bekannt. Vgl. z. B. P. Lutz, Z. Anatomie, Physiologie usw. 17 (1921) S. 1.

¹⁶⁾ Erbaut 1636 von F. Stellwagen.

¹⁷⁾ Dem Leiter des Schallarchivs der Reichsrundfunkgesellschaft, Herrn K. v. Brauchitsch, sind wir für Überlassung wertvoller Platten zu großem Dank verpflichtet.

¹⁸⁾ Das Oszillogramm stellt den Beginn der Umkehrung der Themas zum Vierten Satz im Pastorale F-dur von J. S. Bach dar.

¹⁹⁾ Erbaut 1721 von G. Silbermann.

¹³⁾ F. Trendelenburg, F. Thienhaus u. E. Franz, Akust. Z. 1 1936) S. 59; 3 (1938) S. 7.

schwingen, es erscheinen im wesentlichen nur die höheren Komponenten. Erst bei dem letzten Ton des Themas, den der Organist für längere Zeit anhält, quillt der Grundton hervor. Für die subjektive Wahrnehmung bedeutet dies einen ganz eigenartigen Anschwelleffekt. Die Untersuchungen an der Orgel zeigen auf das anschaulichste, welch wichtige Einzelheiten man gerade über die Klangeinsätze von

Musikinstrumenten mit dem Verfahren der Oktavsieboszillographie herausarbeiten kann. Als besonders wichtiges Ergebnis ist wohl zu erwähnen, daß die Versuche helles Licht auf die Kunst der klassischen Orgelbauer geworfen haben. Die klassischen Orgelbauer haben es

offenbar verstanden, ihren Pfeifen neben einem großen Reichtum stationärer Klangfarben die verschiedensten Arten des Klangeinsatzes zu verleihen.

Die nähere Diskussion der Orgeluntersuchungen zeigt, wie hier noch kurz bemerkt sei, daß die von den alten Meistern ausschließlich verwendete Bauart: „Tonkanzelle mit Schleiflade“ erhebliche Vorteile vor der sogenannten „Registerkanzelle“ besitzt, die Ende des 19. Jahrhunderts wegen des geringeren Preises vielfach in Aufnahme gekommen ist. Bei der „Tonkanzelle“ wird beim Niederdrücken der Taste ein vor einer größeren Windlade liegendes Ventil geöffnet, so daß also der Druck durch die

Wirkung des Windladevolumens nur verhältnismäßig langsam ansteigt und damit dann so eigenartige Schallphänomene auftreten können wie bei dem Register „Lieblich Gedackt“. Bei der anderen Bauart, der „Registerkanzelle“ liegen die Ventile unmittelbar an der Pfeife selbst, das Ausgleichsvolumen der Windlade fehlt, so daß also bei dieser Bauart der Druck wesentlich rascher ein-

setzt als bei den Tonkanzellen; dementsprechend erfolgt auch der Klangeinsatz der Pfeifen wesentlich plötzlich.

Die Versuche über die Klangeinsätze an der Orgel sind von Bedeutung insbesondere auch für die elektrischen, beispielsweise durch Glimmlampenschaltungen,

durch Wechselstromgeneratoren oder durch Lichtsirenen angetriebenen Orgeln. Es ist bei der Konstruktion derartiger Orgeln unbedingt anzustreben, daß auch die Klangeinsätze ähnlich belebt und vielseitig verlaufen wie bei den durch Luft angeblasenen Orgeln.

Zusammenfassung.

Die verschiedenen zur Schallanalyse benutzten Verfahren und die wichtigsten mit den neueren Verfahren gewonnenen Ergebnisse an Sprach- und Musikklängen, insbesondere auch an Orgelklängen, wurden behandelt.

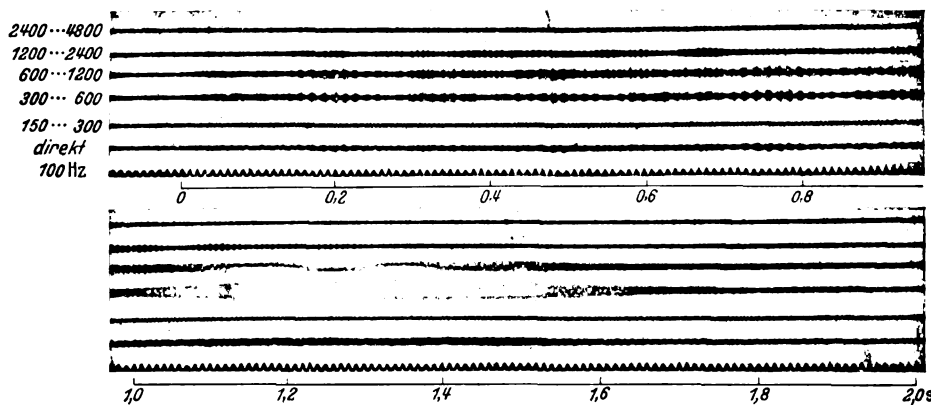


Abb. 15. Orgelklänge (Orgel in der Georgenkirche in Röttha bei Leipzig. Beginn der Fuge F-dur von F. Buxtehude.)

Gegenkopplungsschaltungen unter besonderer Berücksichtigung der Rundfunkempfänger.

621. 396. 621. 59

Im Niederfrequenzteil von Rundfunkempfängern wendet man neuerdings vielfach eine Gegenkopplung an, um die Wiedergabe von Sprache und Musik zu verbessern. Der Vorgang ist dabei ähnlich wie bei der bekannten Rückkopplung im Hochfrequenzteil, nur daß bei der Gegenkopplung die zurückgeführte Spannung das entgegengesetzte Vorzeichen hat, also gegenüber der Eingangsspannung um 180° phasenverschoben ist. Man bezeichnet die Gegenkopplung daher auch als negative Rückkopplung.

Nach einer rein anschaulichen Darstellung der Wirkungsweise der Gegenkopplung werden rechnerisch die Vor- und Nachteile untersucht¹⁾. Solange sich die Verzerrungen in gewissen Grenzen halten, nehmen durch Gegenkopplung die nichtlinearen Verzerrungen und die Störungen in gleichem Maße ab wie die Verstärkung. Als Beispiel wird der Klirrfaktor einer AL 4 ohne und mit Gegenkopplung 1 : 4 in Abhängigkeit von der Leistung gebracht. Bis 2 W Ausgangsleistung senkt sich der Klirrfaktor entsprechend auf rd. $\frac{1}{4}$ des Betrages ohne Gegenkopplung, um dann mit der Leistung stärker anzusteigen bis auf etwa $\frac{1}{2}$ bei 4 W.

Man unterscheidet die Stromgegenkopplung, bei der die rückgeführte Spannung dem Ausgangsstrom proportional ist, und die Spannungsgegenkopplung, bei der sie der Ausgangsspannung proportional ist. Es wird rechnerisch abgeleitet, daß durch Stromgegenkopplung die Steilheit verkleinert und der Innenwiderstand vergrößert wird, während der Durchgriff

unverändert bleibt. Die Spannungsgegenkopplung dagegen verkleinert den Innenwiderstand und vergrößert den Durchgriff, während die Steilheit ungeändert bleibt. Da bei den meist benutzten Endpentoden eine Verkleinerung des Innenwiderstandes aus Gründen der Anpassung erwünscht ist, hat die Spannungsgegenkopplung für den Empfängerbau mehr Bedeutung.

Je mehr Verstärkerstufen die Gegenkopplung umfaßt, um so größer wird die Schwingneigung des Verstärkers. Man wendet daher eine Gegenkopplung nur bei der bzw. den letzten Stufen eines Verstärkers an.

Indem man das Kopplungsglied frequenzabhängig gestaltet, kann die Gegenkopplung in beliebiger Weise frequenzabhängig gemacht werden und damit lineare Verzerrungen eines Übertragungsgliedes ausgleichen. Einige Ausführungsbeispiele hierzu werden behandelt.

Außer der üblichen Gegenkopplung in den Stromkreis vor dem Gitter der Endröhre oder einer vorhergehenden Röhre kann die Gegenkopplung auch auf ein Schirmgitter der Vorröhre erfolgen. Beide Gegenkopplungsarten sind in der Wirkung gleich, physikalisch dagegen vollkommen verschieden. Im ersten Falle bildet sich in dem Stromkreis aus der Eingangsspannung und aus der rückgeführten Spannung eine Differenzspannung aus, die die nachfolgende Röhre steuert; die Gegenkopplung erfolgt außerhalb der Röhre. Im zweiten Falle entsteht die verformte Spannung im Innern der Vorröhre durch entsprechende Änderung ihrer Arbeitskennlinie.

Mbs.

¹⁾ L. Brück, Telefunkenröhre (1937) S. 244; 34 S., 27 Abb.

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.

Fernsprecher: 30 06 31. — Postscheckkonto: Berlin 213 12.

Postscheckkonto für Mitgliedsbeiträge: Berlin 181000.

VDE-Tagung in Köln.

Jungingenieurtreffen am 22. Mai.

Da der Zug, mit dem eine Gesellschaftsfahrt vom VDE-Bezirk Berlin-Brandenburg am Sonntag, dem 22. Mai 1938, nach Köln zur Mitgliederversammlung vorgesehen ist, erst nach 18⁰⁰ in Köln eintrifft, mußte das Jungingenieurtreffen von 18⁰⁰ auf 20⁰⁰ verlegt werden.

Bekanntmachung.

Ausschuß für Meßgeräte.

Der Ausschuß für Meßgeräte hat

VDE 0410 „Regeln für Meßgeräte“

einer vollständigen Neubearbeitung unterzogen. Der Neuentwurf ist zu einem vorläufigen Abschluß gekommen und wird im folgenden veröffentlicht. Sachlich begründete Einsprüche sind bis zum 1. Juni an die Geschäftsstelle einzusenden.

Verband Deutscher Elektrotechniker

Der Geschäftsführer:

Blendermann

Entwurf.

Anwendung dieses noch nicht endgültigen Entwurfs auf eigene Gefahr.

VDE 0410

Regeln für Meßgeräte.

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.	§ 18. Bezifferung.
§ 1. Geltungsbeginn.	§ 19. Überlastbarkeit.
§ 2. Geltungsbereich.	§ 20. Überlastprobe.
§ 3. Klasseneinteilung.	§ 21. Dämpfung.
II. Begriffserklärungen.	§ 22. Spannungsprobe.
§ 4. Meßgeräte und ihre Teile.	§ 23. Mindestkriechstrecken.
§ 5. Benennung der Meßgeräte nach Art des Meßwerks.	§ 24. Fehlergrenzen.
§ 6. Lagezeichen.	§ 25. Temperatureinfluß.
§ 7. Schutzart.	§ 26. Frequenzeinfluß.
§ 8. Skala.	§ 27. Spannungseinfluß.
§ 9. Nennfrequenz und Nennfrequenzbereich.	§ 28. Fremdfeldeinfluß.
§ 10. Nennspannung und Nennspannungsbereich.	§ 29. Einfluß des Leistungsfaktors.
§ 11. Nennstrom und Nennspannungsabfall.	§ 30. Lagefehler.
§ 12. Kriechstrecke.	§ 31. Fehlergrenzen für Neben- und Vorwiderstände.
§ 13. Bezugstemperatur.	IV. Aufschriften.
§ 14. Anzeigefehler.	§ 32. Strommesser.
III. Bestimmungen.	§ 33. Spannungsmesser.
§ 15. Erdung.	§ 34. Leistungsmesser.
§ 16. Klemmenbezeichnung.	§ 35. Leistungsfaktormesser.
§ 17. Zeigernullstellung.	§ 36. Frequenzmesser.
	§ 37. Nebenwiderstände.
	§ 38. Vorwiderstände.
	§ 39. Abkürzungen und Sinnbilder.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

Diese Regeln treten am in Kraft¹⁾.

§ 2.

Geltungsbereich.

Diese Regeln gelten für alle Arten von schreibenden, zeigenden und kontaktgebenden Meßgeräten, und zwar sowohl für Gleich- als auch für Wechselstrom beliebiger Frequenz und beliebigen Meßbereiches, sofern sie elektrische Meßgrößen unmittelbar anzeigen oder aufschreiben.

§ 3.

Klasseneinteilung.

Meßgeräte, die diesen Regeln entsprechen, erhalten ein Klassenzeichen. Es darf nur angebracht werden, wenn sämtliche Bestimmungen dieser Regeln für die betreffende Klasse (siehe § 24) erfüllt sind.

Klassenzeichen	0,2	} Feinmeßgeräte
„	0,5	
„	1,0	} Betriebsmeßgeräte.
„	1,5	
„	2,5	

II. Begriffserklärungen.

§ 4.

Meßgeräte und ihre Teile.

Das Meßgerät umfaßt das Meßwerk mit Gehäuse und mit eingebautem, angebautem, lösbar oder unlösbar verbundenen Zubehör. Ein Meßgerät kann auch mehrere Meßwerke enthalten.

Das Meßwerk besteht aus den, eine Bewegung erzeugenden zueinander gehörenden Teilen des Meßgerätes.

Das bewegliche Organ ist der Teil des Meßwerkes, dessen Bewegung oder Lage von der Meßgröße abhängt.

Der Strompfad ist der vom Meßstrom oder einem Teil des Meßstromes durchflossene Teil des Meßgerätes.

Der Spannungspfad ist der mittelbar oder unmittelbar an die Spannung anzuschließende Teil des Meßgeräts.

Der Nebenwiderstand ist der vom Hauptstrom unmittelbar durchflossene Widerstand, an dessen Klemmen das Meßgerät angeschlossen wird.

Der Vorwiderstand ist der Widerstand, der dem Spannungspfad des Meßgerätes vorgeschaltet wird.

Die Meßleitungen sind leitende Verbindungen zwischen Meßstellen und dem Meßgerät; ihre Eigenschaften beeinflussen unter Umständen die Meßgenauigkeit.

Die Austauschbarkeit bezieht sich auf Geräte gleichen Typs und gleichen Ursprungs.

Austauschbares Zubehör kann beliebig ausgewechselt werden, ohne daß die Meßgenauigkeit beeinflußt wird.

§ 5.

Benennung der Meßgeräte nach Art des Meßwerks.

Drehspulmeßgeräte haben einen feststehenden Magnet und eine oder mehrere Spulen, die bei Stromdurchgang elektromagnetisch abgelenkt werden.

Drehisenmeßgeräte haben ein oder mehrere bewegliche Eisenstücke, die von dem Magnetfeld einer oder mehrerer feststehender, stromdurchflossener Spulen abgelenkt werden.

Elektrodynamische Meßgeräte haben stromdurchflossene, feststehende und elektrodynamisch abgelenkte bewegliche Spulen. Man unterscheidet:

- a) eisenlose elektrodynamische Meßgeräte,
- b) eisengeschlossene elektrodynamische Meßgeräte.

Eisenlose elektrodynamische Meßgeräte enthalten im Meßwerk kein Eisen.

Eisengeschlossene elektrodynamische Meßgeräte haben Eisen im Meßwerk in solcher Anordnung, daß dadurch eine Steigerung des Drehmomentes erzielt wird.

¹⁾ Genehmigt durch

Vorher hat eine andere Fassung dieser Regeln bestanden (gültig ab 1. 7. 1923), die in ETZ 43 (1922) S. 290 und 858 veröffentlicht war.

Induktionsmeßgeräte sind Drehfeldmeßgeräte mit feststehenden und beweglichen Stromleitern (z. B. Scheiben oder Trommeln), bei denen mindestens in einem dieser Stromleiter Strom durch elektromagnetische Induktion hervorgerufen wird.

Thermische Meßgeräte haben einen stromdurchflossenen Leiter, dessen von der Stromwärme hervorgerufene mechanische Veränderungen auf das bewegliche Organ unmittelbar oder mittelbar übertragen werden.

Thermoumformer-Meßgeräte haben Thermoelemente, die — durch die elektrische Meßgröße mittelbar oder unmittelbar erwärmt — eine EMK liefern.

Gleichrichtermeßgeräte haben Gleichrichter, in denen der zu messende Wechselstrom in Gleichstrom umgeformt wird.

Drehmagnetmeßgeräte haben eine oder mehrere feste Spulen und mindestens einen beweglichen Magnet.

Elektrostatische Meßgeräte haben feste und mindestens einen beweglichen Körper, zwischen denen elektrostatische Kräfte wirken.

Vibrationsmeßgeräte haben schwingungsfähige Anzeigesysteme, deren Eigenfrequenz innerhalb des Meßbereiches liegt und die elektromagnetisch oder elektrostatisch in Resonanzschwingungen versetzt werden.

Eisengeschirmte Meßgeräte enthalten zur Abschirmung von Fremdfeldern einen besonderen Eisenschirm. Ein Gehäuse aus Eisenblech gilt nicht als Schirm im Sinne dieser Begriffserklärung.

§ 6.

Lagezeichen.

Meßgeräte für bestimmte Lage erhalten Lagezeichen zur Kennzeichnung der Gebrauchslagen, d. h. der Lagen, in denen die Bestimmungen eingehalten werden.

Bei Meßgeräten ohne Lagezeichen müssen die Bestimmungen in jeder Gebrauchslage eingehalten werden.

§ 7.

Schutzart.

Wenn Angaben über den Schutz durch das Gehäuse gemacht werden, dann gilt hierfür DIN VDE 50 „Kurzzeichen für Schutzarten“.

§ 8.

Skala.

Meßgröße ist die Größe, zu deren Messung das Meßgerät bestimmt ist (Strom, Spannung, Leistung usw.) und die auf der Skala angezeigt wird.

Skalenlänge ist die Länge der Skalenteilung in Millimetern, gemessen über die Mitte der kleinen Teilstriche. Bei Mehrquadranten-Leistungsfaktormessern ist die Skalenlänge die Länge der Skalenteilung nur eines Quadranten.

Der Anzeigebereich umfaßt die gesamte Skala, der Meßbereich nur denjenigen Teil, für den die Bestimmungen über Genauigkeit eingehalten werden.

Bei Meßgeräten mit gleichmäßig oder annähernd gleichmäßig geteilter Skala muß der Meßbereich gleich dem Anzeigebereich sein. Bei Meßgeräten mit ungleichmäßig geteilter Skala ist der Meßbereich besonders zu kennzeichnen, sofern er nicht mit dem Anzeigebereich übereinstimmt.

Nullpunkt ist der Teilstrich, auf den der Zeiger einspielen soll, wenn das Meßgerät nicht eingeschaltet ist.

Skalen mit unterdrücktem Nullpunkt beginnen nicht mit dem Teilstrich Null, sondern mit einem höheren Wert.

Meßgeräte ohne mechanische Richtkraft, z. B. Quotientenmesser (Kreuzspulmeßgeräte, Frequenzmesser usw.) haben keinen Nullpunkt im Sinne dieser Begriffserklärung.

§ 9.

Nennfrequenz und Nennfrequenzbereich.

Nennfrequenz ist die auf dem Meßgerät angegebene Frequenz.

Nennfrequenzbereich ist der auf dem Meßgerät angegebene Frequenzbereich.

Ist nur die Nennfrequenz angegeben, so gilt der Bereich 0,9 bis 1,1 × Nennfrequenz als Nennfrequenzbereich.

Ist weder Nennfrequenz noch Nennfrequenzbereich angegeben, so gilt als Nennfrequenzbereich der Bereich von 15 bis 60 Per/s.

§ 10.

Nennspannung und Nennspannungsbereich.

Nennspannung ist die auf dem Meßgerät angegebene Spannung.

Nennspannungsbereich ist der auf dem Meßgerät angegebene Spannungsbereich.

Ist nur die Nennspannung angegeben, so gilt der Bereich 0,9 bis 1,1 × Nennspannung als Nennspannungsbereich.

§ 11.

Nennstrom und Nennspannungsabfall.

Nennstrom ist der auf dem Meßgerät angegebene Strom. Nennstrom bei Nebenwiderständen ist derjenige Strom, bei dem der Nennspannungsabfall erreicht wird.

Nennspannungsabfall bei Nebenwiderständen ist der auf ihnen angegebene Spannungsabfall.

§ 12.

Kriechstrecke.

Kriechstrecke ist der kürzeste Weg, auf dem ein Stromübergang längs der Oberfläche eines Isolierkörpers zwischen Metallteilen eintreten kann, wenn zwischen ihnen eine Spannung besteht.

§ 13.

Bezugstemperatur.

Als Bezugstemperatur gilt die Raumtemperatur von 20°, sofern auf dem Meßgerät keine anderen Angaben gemacht sind. Bei der Bestimmung der Raumtemperatur ist eine Genauigkeit von $\pm 1^\circ$ ausreichend.

§ 14.

Anzeigefehler.

Der Anzeigefehler ist der Unterschied zwischen dem angezeigten und dem wahren Wert der Meßgröße. Er wird in Prozenten des Endwertes des Meßbereiches angegeben. Bei Skalen, bei denen der Nullpunkt nicht an einem Ende liegt, gilt als Endwert die Summe beider Endwerte zu beiden Seiten des Nullpunktes. Bei Skalen mit mechanisch unterdrücktem Nullpunkt bezieht sich der Anzeigefehler auf den Endwert des Meßbereiches.

Bei Meßgeräten ohne mechanische Richtkraft, z. B. bei Quotientenmessern (Kreuzspulmeßgeräten, Frequenzmessern usw.) ist der Anzeigefehler der Unterschied zwischen der Soll- und der Ist-Stellung des Zeigers. Er wird angegeben in Prozenten der dem Meßbereich entsprechenden Skalenlänge.

III. Bestimmungen.

§ 15.

Erdung.

Gehäuse, die geerdet werden sollen, müssen mit einer Vorrichtung versehen sein, die den sicheren Anschluß der Erdungsleitung ermöglicht. Hierfür ist im allgemeinen eine Schraube von 6 mm Durchmesser vorzusehen.

Bei Kleinmeßgeräten kann der Durchmesser der Erdungsschraube bis auf denjenigen der Anschlußschraube verringert werden.

§ 16.

Klemmenbezeichnung.

Bei Gleichstrom-Meßgeräten, deren Ausschlag von der Stromrichtung abhängig ist, muß die positive Klemme durch ein Pluszeichen gekennzeichnet sein. Bei Meßgeräten mit mehreren Klemmen sind Bezeichnungen anzubringen, die die Art des Anschlusses erkennen lassen. Bei Leistungsmessern und Leistungsfaktormessern soll die mit der Energiequelle zu verbindende Stromklemme durch ein besonderes Zeichen hervorgehoben werden. Das gleiche Zeichen soll die mit dem Stromkreis zu verbindende bzw. zu ihm gehörende Spannungs-klemme tragen.

§ 17.

Zeigernullstellung.

Meßgeräte der Klassen 0,2 und 0,5 (siehe § 24) mit mechanischer Richtkraft müssen eine Vorrichtung haben, mit der man den Zeiger verstellen kann, wobei der gesamte Verstellbereich nicht mehr als 6% der Skalenlänge betragen soll. Sofern Meßgeräte der übrigen Klassen eine Zeigernullstellung haben, soll der gesamte Verstellbereich nicht mehr als 12% betragen. Die Vorrichtung muß bei Meßgeräten bis zu 650 V Betriebsspannung derart von spannungsführenden Teilen isoliert sein, daß sie ohne Gefahr unter Spannung betätigt werden kann. Meßgeräte für Spannungen über 650 V, deren Zeigernullstellung unter Spannung nicht ohne Gefahr betätigt werden kann, müssen ein Warnungsschild tragen.

§ 18.

Bezifferung.

Es wird empfohlen, die Skala von links nach rechts (bzw. von unten nach oben) zu beziffern und Ausnahmen von dieser Regel auch bei Meßgeräten mit zwei Ableseseiten zu vermeiden.

Bei Meßgeräten mit beiderseitigem Ausschlag soll der nach § 16 gekennzeichneten Stromrichtung der rechte Skalenteil entsprechen.

Der Abstand zweier Teilstriche soll nach Möglichkeit einer, zwei oder fünf Einheiten der Meßgröße oder einem dezimalen Vielfachen bzw. einem dezimalen Bruchteil dieser Werte entsprechen.

§ 19.

Überlastbarkeit.

Meßgeräte aller Klassen müssen innerhalb ihres Meßbereiches ohne Beschädigung dauernd belastet werden können. Eine Ausnahme ist nur bei Meßgeräten zulässig, die mit einem Schalter versehen sind, der beim Loslassen zurückfedert und nicht feststellbar ist.

Strom- und Spannungsmeßgeräte der Klassen 1, 1,5 und 2,5 müssen dauernd einen dem 1,2fachen Endwert des Meßbereiches entsprechenden Betrag der Meßgröße aushalten.

Leistungs- und Leistungsfaktormesser aller Klassen müssen dauernd die 1,2fachen Werte ihres Nennstromes und ihrer Nennspannung aushalten.

Frequenzmesser müssen dauernd den 1,2fachen Betrag ihrer Nennspannung aushalten.

Diese Bestimmungen gelten sinngemäß auch für das Zubehör.

Ein Meßgerät wird dabei als unbeschädigt angesehen, wenn es nach einer zweistündigen Belastung mit den vorgeschriebenen Werten und nach seiner Abkühlung sämtlichen Bestimmungen seiner Klasse entspricht.

§ 20.

Überlastprüfung.

Die Meßgeräte sollen stoßweise Überlastungen in einem praktisch induktionsfreien Stromkreise aushalten, ohne beschädigt zu werden. Sie gelten als unbeschädigt, wenn der Zeiger nach der Überlastung keine größere Nullpunktabweichung als 0,5 % der Skalenlänge zeigt und wenn die Meßgeräte nach Wiedereinstellung des Zeigers auf Null die Bedingungen ihrer Klasse noch erfüllen. Die Überlastprüfung ist nach den folgenden Vorschriften auszuführen:

a) Meßgeräte der Klassen 0,2 und 0,5:

Die Überlastung soll fünfmal in Zwischenräumen von 15 s mit nachstehenden Werten ausgeführt werden:

bei Strommessern: $2 \times$ Nennstrom,

bei Spannungsmessern: $2 \times$ Nennspannung,

bei Leistungsmessern: $2 \times$ Nennstrom bei Nennspannung und, soweit mit Wechselstrom geprüft wird, bei Leistungsfaktor $\cos \varphi = 1$.

Der Überlastungsstoß soll so kurz wie möglich sein, jedoch mindestens solange aufrechterhalten werden, daß der Zeiger den Endanschlag trifft.

b) Meßgeräte der Klassen 1,0; 1,5 und 2,5:

Die Überlastung soll zehnmal in Zwischenräumen von 1 min mit den nachstehenden Werten ausgeführt werden:

bei Strommessern: $10 \times$ Nennstrom,

bei Spannungsmessern: $2 \times$ Nennspannung,

bei Leistungsmessern: $10 \times$ Nennstrom bei Nennspannung und, soweit mit Wechselstrom geprüft wird, bei Leistungsfaktor 1.

Die Dauer jedes der ersten 9 Stöße soll 0,5 s, die Dauer des letzten Stoßes 5 s sein.

c) Bei Leistungsmessern aller Klassen wird als Zusatzprüfung nach Verlauf von mindestens 1 min eine Überlastung von 5 s Dauer mit der doppelten Nennspannung bei Nennstrom und dem Leistungsfaktor $\cos \varphi = 1$ ausgeführt.

d) Die Meßgeräte brauchen die Überlastprobe nur einmal auszuhalten. Die Überlastprobe gilt nicht für thermische und Gleichrichtermeßgeräte, Thermoumformer und schreibende Meßgeräte.

§ 21.

Dämpfung.

a) Die erste Überschwingung, die der auf Null oder am Skalenanfang stehende Zeiger beim Einschalten einer zwei Drittel des Meßbereiches entsprechenden Meßgröße ausführt, darf 30 % seiner endgültigen Einstellung (bezogen auf Skalenteile) nicht überschreiten.

b) Die Beruhigungszeit, d. h. die Zeit, die der Zeiger beim Einschalten der Meßgrößen gemäß a) braucht, um sich seiner endgültigen Einstellung bis auf 1,5 % dieses Wertes in Skalenteilen zu nähern, darf 4 s nicht überschreiten.

c) Die Bestimmungen a) und b) gelten nicht für Meßgeräte, deren Skalen- oder Zeigerlänge größer als 150 mm ist. Sie gelten ferner nicht für thermische und Vibrationsmeßgeräte, ebenso nicht für Meßgeräte mit Bandaufhängung.

§ 22.

Spannungsprüfung.

I. Spannungsprüfung zwischen dem Gehäuse und den Strom- und Spannungspfaden des Meßgerätes.

A. Meßgeräte in Metallgehäusen.

Die Isolierteile zwischen den miteinander verbundenen Strom- und Spannungspfaden und dem Gehäuse (oder anderen Metallteilen, die vom Gehäuse nicht besonders isoliert sind) müssen 1 min lang die Beanspruchung mit einer praktisch sinusförmigen Prüfspannung und einem Frequenzbereich von 15 bis 60 Per/s mit den in Tafel I festgelegten Effektivwerten aushalten.

Tafel I.

Betriebsspannung des Meßgeräts oder Nennspannung des Stromkreises, in dem es verwendet wird			Prüfspannung	Prüfspannungszeichen (siehe auch Tafel VIII, Ziffer 30)
U_b			U_p	
über	42	bis 42 V	500	Stern ohne Ziffer
„	650	„ 1 500 „	2 000	„ mit „ 2
„	1 500	„ 3 000 „	5 000	„ „ „ 5
„	3 000	„ 6 500 „	10 000	„ „ „ 10
„	6 500	„ 15 000 „	20 000	„ „ „ 20
„	15 000 V		50 000	„ „ „ 50
Meßgeräte zum Anschluß an Stromwandler			$2,2 U_b + 20 000$	„ „ U_p in kV
			2 000	Stern mit Ziffer 2

B. Meßgeräte in Isolierstoffgehäusen.

a) Alle metallischen Befestigungsteile müssen bei der Spannungsprüfung genau so angebracht sein, wie später im Betrieb. Diese und alle anderen zugänglichen Metallteile, insbesondere auch die Nulleinstellung, sollen miteinander verbunden werden und die Prüfspannung gemäß Tafel I soll zwischen ihnen und den miteinander verbundenen Strom- und Spannungspfaden angelegt werden.

b) Das Meßgerät ist vollständig mit Metallfolie zu umkleiden, die von den Klemmen isoliert ist, und die Prüfspannung gemäß Tafel I zwischen der Umkleidung und den miteinander verbundenen Strom- und Spannungspfaden anzulegen. Diese Prüfung ist nur als Typenprüfung durchzuführen.

II. Spannungsprüfung zwischen getrennten Stromkreisen.

Zwischen den Strom- und Spannungspfaden eines Leistungs- oder Leistungsfaktormessers, die nicht dauernd miteinander verbunden sind, ist eine Spannungsprüfung mit einer Prüfspannung von 500 V durchzuführen.

Bei anderen Meßgeräten mit getrennten Stromkreisen sind diese gegeneinander mit derselben Spannung zu prüfen wie gegen das Gehäuse.

Meßgeräte, die die Spannungsprüfung gemäß den Bestimmungen von § 22, Abschnitt II ausgehalten haben, sollen mit dem Prüfspannungszeichen gemäß Tafel I versehen werden. Meßgeräte und Zubehör mit höherer Nennspannung oder Betriebsspannung, als ihrer Prüfspannung entspricht, müssen einen Hochspannungspfeil erhalten, unabhängig davon, ob sie isoliert oder geerdet aufgestellt sind.

§ 23.

Kriechstrecken.

Als Spannungen, nach denen die Kriechstrecken bei Meßgeräten und Zubehör zu bemessen sind, gelten:

a) für Kriechstrecken gegen das Gehäuse die Betriebsspannung des Meßgerätes,

b) für Kriechstrecken zwischen Teilen, die nicht mit dem Gehäuse leitend verbunden sind und die innerhalb des Meßgerätes und des Zubehörs liegen, die betriebsmäßig zwischen diesen Punkten bestehende Spannung.

Für diese Spannungen nach a) und b) werden folgende Mindest-Kriechstrecken vorgeschrieben:

Tafel II.

Spannung V	Mindest-Kriechstrecke mm
über 42	1
„ 100	3
„ 650	5
„ 900	8
„ 1500	12

Für Meßgeräte zum Anschluß an Stromwandler, deren Sekundärwicklung von der Primärwicklung isoliert ist, beträgt die Mindest-Kriechstrecke gegen das Gehäuse 5 mm.

§ 24.

Fehlergrenzen.

Der Anzeigefehler darf innerhalb des Meßbereiches die in Tafel III angegebenen Fehlergrenzen nicht überschreiten.

Tafel III.

Klasse	Zulässiger Anzeigefehler in Prozenten
0,2	$\pm 0,2$
0,5	$\pm 0,5$
1,0	$\pm 1,0$
1,5	$\pm 1,5$
2,5	$\pm 2,5$

Diese Fehlergrenzen beziehen sich:

1. auf die Bezugstemperatur (s. § 13),
2. bei Wechselstrommeßgeräten auf praktisch sinusförmigen Stromverlauf und auf die Nennfrequenz, den Nennfrequenzbereich, oder wenn beide Angaben fehlen, auf den Frequenzbereich von 15 bis 60 Per/s,
3. bei Leistungsmessern und Quotientenmessern (Leistungsfaktor- und Frequenzmesser usw.) auf die Nennspannung,
4. bei Leistungsfaktormessern außerdem auf eine Strombelastung zwischen 20 und 100 % des Nennstromes,
5. bei Spannungs- und Strommessern der Klasse 0,2; 0,5; 1,0 auf kurz- und langdauernde Einschaltung (zwei Stunden). Bei Leistungsmessern der Klassen 0,2; 0,5; 1,0 auf kurz- oder langdauernde Einschaltung (zwei Stunden) des Spannungspfad mit dem Nennwert der Spannung und kurz- oder langdauernde Einschaltung des Strompfades, sowie auf den Leistungsfaktor $\cos \varphi = 1$.

Dabei sind die folgenden Bedingungen einzuhalten:

1. Meßgeräte der Klassen 1,5 und 2,5 sollen vor der Prüfung eine Stunde zur Erwärmung vorbelastet werden, und zwar:
 - a) Strom- und Spannungsmesser mit 80 % des Endwertes des Meßbereiches.
 - b) Leistungs- und Leistungsfaktormesser mit 100 % der Nennspannung und 80 % des Nennstromes. Ist ein Nennspannungsbereich angegeben, so ist das Meßgerät mit der mittleren Spannung zu belasten.
2. Der Einfluß von Fremdfeldern ist auszuschalten. Drehspulmeßgeräte der Klassen 0,2; 0,5; 1,0 sind in der durch einen Nord-Süd-Pfeil gekennzeichneten Lage zum Erdfeld aufzustellen. Fehlt dieser Pfeil, so muß das Meßgerät in jeder Lage zum Erdfeld die Fehlergrenzen seiner Klasse einhalten.
3. Die Prüflage soll dem Lagezeichen entsprechen.

§ 25.

Temperatureinfluß.

Die Änderung der Anzeige, die durch eine Änderung der Raumtemperatur gegenüber der Bezugstemperatur um $\pm 10^\circ$ verursacht wird, darf die in Tafel IV angegebenen Werte nicht überschreiten.

Tafel IV.

Klasse	Zulässige Änderung der Anzeige in Prozenten
0,2	$\pm 0,2$
0,5	$\pm 0,5$
1,0	$\pm 1,0$
1,5	$\pm 1,5$
2,5	$\pm 2,5$

Bei Meßgeräten ohne mechanische Richtkraft, z. B. bei Quotientenmessern (Kreuzspulmeßgeräten, Leistungsfaktormessern, Frequenzmessern) beziehen sich die in Tafel IV angegebenen Werte auf die dem Meßbereich entsprechende Skalenlänge. Sie bedeuten also einen zusätzlichen Anzeigefehler gemäß § 14, Abs. 2.

§ 26.

Frequenzeinfluß.

Die Änderung der Anzeige, die durch eine Änderung der Nennfrequenz um $\pm 10\%$ oder durch eine Änderung der Frequenz innerhalb des Nenn-Frequenzbereiches hervorgerufen wird, darf die in Tafel IV angegebenen Werte nicht überschreiten.

Bei Meßgeräten der Klasse 0,2, bei denen keine Nennfrequenz oder kein Nenn-Frequenzbereich angegeben ist, darf die Änderung der Anzeige durch Frequenzänderungen von 15 bis 60 Per/s den Wert von $\pm 0,1\%$ nicht überschreiten.

Bei Meßgeräten ohne mechanische Richtkraft, z. B. bei Quotientenmessern (Kreuzspulmeßgeräten, Leistungsfaktormessern) beziehen sich die in Tafel IV angegebenen Werte auf die dem Meßbereich entsprechende Skalenlänge. Sie bedeuten also einen zusätzlichen Anzeigefehler gemäß § 14, Abs. 2.

§ 27.

Spannungseinfluß.

Die Änderung der Anzeige von Leistungsmessern, die durch eine Änderung der Nennspannung um $\pm 20\%$ oder durch eine Änderung der Spannung innerhalb des Nennspannungsbereiches hervorgerufen wird, darf die in Tafel IV angegebenen Werte nicht überschreiten.

Bei Meßgeräten ohne mechanische Richtkraft, z. B. bei Quotientenmessern (Kreuzspulmeßgeräten, Leistungsfaktormessern, Frequenzmessern) ist bei Änderung der Nennspannung um $\pm 20\%$ oder bei Änderung der Spannung innerhalb des Nennspannungsbereiches ein zusätzlicher Anzeigefehler gemäß Tafel IV zulässig. Die hier angegebenen Werte beziehen sich auf die dem Meßbereich entsprechende Skalenlänge. Sie bedeuten also einen zusätzlichen Anzeigefehler gemäß § 14, Abs. 2.

§ 28.

Fremdfeldeinfluß.

Die Änderung der Anzeige, die durch ein Fremdfeld von 5 Gauß²⁾ bei gleicher Stromart und Frequenz, bei ungünstigster Phase des Fremdfeldes und bei ungünstigster gegenseitiger Lage der Felder verursacht wird, darf $\pm 1,5\%$ bei einem Drehspulmeßgerät und $\pm 3\%$ bei allen anderen Arten von Meßgeräten nicht überschreiten.

Die Prüfung soll bei einer Einstellung des Zeigers auf zwei Drittel des Skalenendwertes ausgeführt werden. Leistungsmesser werden bei Nennspannung, bei zwei Drittel des Nennstromes und bei dem Leistungsfaktor $\cos \varphi = 1$ geprüft.

§ 29.

Einfluß des Leistungsfaktors.

Bei Nennstrom und Nennspannung und einer induktiven Phasenverschiebung von 90° darf die Einstellung des Zeigers von Leistungsmessern nicht weiter von Null abweichen, als in der nachfolgenden Tafel angegeben ist.

Tafel V.

Klasse	Abweichung in Prozenten des Meßbereich-Endwertes
0,2	$\pm 0,2$
0,5	$\pm 0,5$
1,0	$\pm 1,0$
1,5	$\pm 1,5$
2,5	$\pm 2,5$

Außerdem dürfen bei Leistungsmessern der Klassen 0,2 und 0,5 die in der Tafel V angegebenen Abweichungen nicht überschritten werden, wenn sie einmal bei Nennspannung, Nennstrom und induktivem Leistungsfaktor $\cos \varphi = 0,5$, das andere Mal bei Nennspannung, bei halbem Nennstrom und Leistungsfaktor $\cos \varphi = 1$ geprüft werden.

§ 30.

Lagefehler.

Die Änderung der Anzeige, die durch eine Neigung des Instrumentes um $\pm 5^\circ$ aus der gekennzeichneten Gebrauchslage entsteht, darf die in der Tafel VI angegebenen Werte nicht überschreiten:

Tafel VI.

Klasse	Änderung der Anzeige in Prozenten der Skalenlänge
0,2	$\pm 0,2$
0,5	$\pm 0,5$
1,0	$\pm 1,0$
1,5	$\pm 1,5$
2,5	$\pm 2,5$

Hat das Instrument kein Lagezeichen, so beziehen sich die vorstehend angegebenen Lagefehler auf die Änderungen der Anzeige zwischen der senkrecht und der waagrecht gestellten Skalenebene.

²⁾ Ein Feld von etwa 5 Gauß herrscht in dem Mittelpunkt einer ebenen kreisförmigen Spule mit 100 cm Durchmesser und 400 AW.

§ 31.

Fehlergrenzen für Neben- und Vorwiderstände.

Die in den §§ 29 bis 34 angegebenen Fehlergrenzen gelten für die Meßgeräte einschließlich der als dazugehörig gekennzeichneten Neben- oder Vorwiderstände.

Neben- oder Vorwiderstände, die getrennt von Meßgeräten als austauschbare Widerstände geliefert werden, sollen einer der drei nachstehend angegebenen Genauigkeitsklassen angehören:

Tafel VII.

Klasse	Zulässige Abweichung vom Nennwert in Prozenten des Nennwertes
0,1	$\pm 0,1$
0,2	$\pm 0,2$
0,5	$\pm 0,5$

Diese Fehlergrenzen gelten für alle Temperaturen zwischen $+10$ und $+30^\circ$ und bei jeder beliebigen Belastung der Widerstände bis zur Nennbelastung.

IV. Aufschriften³⁾.

§ 32.

Strommesser.

Auf Strommessern muß angegeben sein:

- Ursprungszeichen,
- Fertigungsnummer (nur bei den Klassen 0,2 und 0,5),
- Einheit der Meßgröße,
- Klassenzeichen,
- Stromartzeichen,
- Zeichen für die Art des Meßwerkes,
- * Lagezeichen,
- Prüfspannungszeichen,
- * Nennfrequenz (Nennfrequenzbereich),
- Übersetzung des zugehörigen Stromwandlers,
- Nennspannungsabfall (nur bei Gleichstrom-Meßgeräten der Klasse 0,2),
- Wirkwiderstand und Induktivität bei der Frequenz 50 Per/s (nur bei Wechselstrom-Meßgeräten der Klasse 0,2).

§ 33.

Spannungsmesser.

Auf Spannungsmessern muß angegeben sein:

- Ursprungszeichen,
- Fertigungsnummer (nur bei den Klassen 0,2 und 0,5),
- Einheit der Meßgröße,
- Klassenzeichen,
- Stromartzeichen,
- Zeichen für die Art des Meßwerkes,
- * Lagezeichen,
- Prüfspannungszeichen,
- * Nennfrequenz oder Nennfrequenzbereich,
- Übersetzung des zugehörigen Spannungswandlers,
- Widerstand des Spannungspfad (nur bei Klasse 0,2).

§ 34.

Leistungsmesser.

Auf Leistungsmessern muß angegeben sein:

- Ursprungszeichen,
- Fertigungsnummer,
- Einheit der Meßgröße,
- Klassenzeichen,
- Stromartzeichen,
- Zeichen für die Art des Meßwerkes,
- * Lagezeichen,
- Prüfspannungszeichen,
- Nennspannung (Nennspannungsbereich),
- * Nennfrequenz (Nennfrequenzbereich),
- Nennstrom,
- Übersetzung des zugehörigen Spannungswandlers,
- Übersetzung des zugehörigen Stromwandlers,
- Wirkwiderstand und Induktivität des Strompfades bei der Frequenz 50 Per/s (nur bei Klasse 0,2),
- Widerstand des Spannungspfad (nur bei Klasse 0,2).

³⁾ Wenn die durch einen Stern gekennzeichneten Angaben nicht angebracht sind, so gelten die Bestimmungen in §§ 6, 9 und 10.

§ 35.

Leistungsfaktormesser.

Auf Leistungsfaktormessern muß angegeben sein:

- Ursprungszeichen,
- Fertigungsnummer,
- Meßgröße,
- Klassenzeichen,
- Stromartzeichen,
- Zeichen für die Art des Meßwerkes,
- * Lagezeichen,
- Prüfspannungszeichen,
- * Nennfrequenz (Nennfrequenzbereich),
- Nennspannung (Nennspannungsbereich),
- Nennstrom.

§ 36.

Frequenzmesser.

Auf Frequenzmessern muß angegeben sein:

- Ursprungszeichen,
- Fertigungsnummer,
- Klassenzeichen,
- Zeichen für die Art des Meßwerkes,
- * Lagezeichen,
- Prüfspannungszeichen,
- Nennspannung (Nennspannungsbereich).

§ 37.

Nebenwiderstände.

Auf getrennten, nicht austauschbaren Nebenwiderständen ist anzugeben:

- Ursprungszeichen,
- Nummer des Meßgerätes, zu dem die Nebenwiderstände gehören.

Bei Nebenwiderständen, bei denen eine Austauschbarkeit innerhalb eines bestimmten Meßgerädetyps möglich ist, genügt Angabe des Typs.

Auf austauschbaren Nebenwiderständen ist anzugeben:

- Ursprungszeichen,
- Klassenzeichen,
- Fertigungsnummer,
- Nennstrom und — durch schrägen Bruchstrich getrennt — die bei der Abgleichung berücksichtigte Stromaufnahme des Meßgerätes, wenn diese Stromaufnahme mehr als 0,1% des Nennstromes beträgt.
- Nennspannungsabfall,
- Prüfspannungszeichen (bei Widerständen mit Gehäuse).

§ 38.

Vorwiderstände.

Auf getrennten, nicht austauschbaren Vorwiderständen ist anzugeben:

- Ursprungszeichen,
- Nummer des Meßgerätes, zu dem die Vorwiderstände gehören.

Bei Vorwiderständen, bei denen eine Austauschbarkeit innerhalb eines bestimmten Meßgerädetyps möglich ist, genügt Angabe des Typs.

- Meßbereich bei jeder Klemme,
- Prüfspannungszeichen.

Auf austauschbaren Vorwiderständen ist anzugeben:

- Ursprungszeichen,
- Fertigungsnummer,
- Klassenzeichen,
- Prüfspannungszeichen,
- Nennwert des Widerstandes.

Außerdem können die Meßbereiche angegeben und ein Schaltbild angebracht werden.

§ 39.

Abkürzungen und Sinnbilder.

Für die nach §§ 32 bis 38 anzugebenden Abkürzungen der Einheiten gilt DIN 1301.

Die für die Meßwerke anzuwendenden Sinnbilder sowie Klassenzeichen, Stromart und Lagezeichen sind Tafel VIII zu entnehmen.

Tafel VIII.
Sinnbilder für Meßgeräte.

Nr.	Arten der Meßgeräte	Nr.	Arten der Meßgeräte
1	Drehspulmeßgerät mit permanentem Magnet	15	Isolierter Thermo- umformer mit Dreh- spulmeßgerät*
2	Drehpul-Quotienten- messer	16	Gleichrichter
3	Drehelsen-Meßgerät	17	Gleichrichter in Ver- bindung mit Dreh- spulmeßgerät*
4	Drehelsen-Quotienten- messer	18	Meßgerät mit Eisen- schirm (Sinnbild für den Schirm)
5	Elektrodynamisches Meßgerät	19	Gleichstrom
5a	Eisengeschlossenes, elektrodynamisches Meßgerät	20	Wechselstrom
6	Elektrodynamischer Quotientenmesser	21	Gleich- und Wechsel- strom
6a	Eisengeschlossener, elektrodynamischer Quotientenmesser	22	Drehstrom-Meßgerät mit einem Meßwerk
7	Induktionsmeßgerät	23	Drehstrom-Meßgerät mit zwei Meßwerken
8	Induktions- Quotientenmesser	24	Drehstrom-Meßgerät mit drei Meßwerken
9	Heizdrahtmeßgerät	25	Senkrechte Gebrauchs- lage
10	Elektrostatistisches Meßgerät	26	Waaagerechte Gebrauchslage
11	Vibrationsmeßgerät	27	Schräge Gebrauchslage
12	Thermoumformer, allgemein	28	Schräge Gebrauchslage mit Angabe des Nei- gungswinkels
13	Thermoumformer mit Drehspulmeßgerät*	29	Nulleinstellung
14	Isolierter Thermo- umformer	30	Prüfspannungszeichen: schwarzumrandeter Stern (Siehe auch Tafel I.)

* Wenn kein Irrtum möglich ist, so können die Sinnbilder 12, 14, 16 an Stelle von 13, 15, 17 genommen werden

Aus den VDE-Bezirken

Bezirk Berlin-Brandenburg vormals Elektrotechnischer Verein E. V. (Gegründet 1879)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 IV, VDE-Haus.
Fernsprecher: 34 88 85. — Postscheckkonto: Berlin 133 02.

VDE Gesellschaftsfahrt nach Köln zur Mitgliederversammlung.

Im vorigen Heft der ETZ (H. 17 vom 28. 4. 1938) gaben wir bekannt, daß anlässlich der 40. Mitgliederversammlung des VDE in Köln am 22. 5. 1938 und am 26. 5. 1938 (Himmelfahrtstag) je eine Reichsbahn-Gesellschaftsfahrt mit einer Fahrpreisermäßigung von 50% veranstaltet wird.

Wir sind nunmehr in der Lage, die vorgesehenen Züge bekanntzugeben!)

I. Hinfahrt am 22. Mai 1938

Berlin Schlesischer Bahnhof ab 9⁰⁰
Köln Hauptbahnhof an 18³³

II. Rückfahrt am 26. Mai 1938

Köln Hauptbahnhof ab 12⁴¹
Berlin Schlesischer Bahnhof an 22¹⁷

Wir weisen nochmals auf den Meldeschluß am 14. 5. 1938 hin und bitten, alles Nähere aus Heft 17 der ETZ zu ersuchen.

1) Da der neue ab 15. 5. 1938 geltende Sommerfahrplan z. Z. noch kleinen Korrekturen unterworfen wird, so kann für die Richtigkeit der Minutenangaben keine volle Gewähr übernommen werden.

Fachversammlung

des Fachgebietes „Elektrische Bahnen“.

Leiter: Prof. Dr.-Ing. P. Müller VDE.

Vortrag

des Herrn Reg.-Baumeister a. D. H. Hermle, Berlin, am Donnerstag, dem 5. Mai 1938, um 20⁰⁰ in der Technischen Hochschule, Charlottenburg, Hörsaal EB 301, über das Thema: „Fein- und vielstufige Regelung bei elektrischen Fahrzeugen“.

Eintritt und Kleiderablage frei.

Fachversammlung

des Fachgebietes „Funktechnik und Verstärkertechnik“.

Leiter: Prof. Dr. phil. H. Faßbender VDE.

Vortrag

des Herrn Dr.-Ing. P. Kotowski VDE, Berlin, am Dienstag, dem 10. Mai 1938, um 20⁰⁰ in der Technischen Hochschule, Charlottenburg, Hörsaal HG 25, über das Thema:

„Der heutige Stand der transozeanischen Nachrichtenübermittlung“.

Eintritt und Kleiderablage frei.

Bezirksversammlung

am Donnerstag, dem 12. Mai 1938, 20⁰⁰, im Großen Hörsaal des Physikalischen Instituts der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, Kurfürstenallee 20/22.

Vortrag

des Herrn Ministerialrat Dipl.-Ing. F. Gladenbeck, Berlin, über das Thema:

„Die neuere Entwicklung in der Technik der Fernmeldeübertragung auf Drahtleitungen“.

Eintritt und Kleiderablage frei.

Sommerausflug.

Unser diesjähriger Sommerausflug mit Angehörigen findet am 9. Juli 1938 statt. Nähere Einzelheiten über die beabsichtigte Dampferfahrt (Dahme, Spree, Müggelsee), die gemeinsame Kaffee- und Abendtafel mit anschließendem Tanz usw. werden in der Juni-Nummer unserer VDE-Mitteilungen bekanntgegeben.

Bitte schon jetzt den 9. Juli 1938 freizuhalten!

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Die nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um 18⁰⁰ im Jungingenieurzimmer des VDE-Hauses, Charlottenburg, Bismarckstraße 33, statt. Die Teilnahme ist frei. VDE-Mitgliedschaft ist nicht Bedingung.

Hochfrequenztechnik. Leiter: Dr.-Ing. A. Allerding VDE.

5. 5. 1938 „Die geschichtlichen und natürlichen Grundlagen unserer Volkswirtschaft und des zweiten Vierjahresplanes“, Vortragender: Dipl.-Ing. Stör.

Hochspannungstechnik. Leiter: Dr.-Ing. G. Hameister VDE.

6. 5. 1938 „Über einige neuere Kunst-Isolierstoffe“, Vortragender: Dr.-Ing. Hans Müller.

Installationstechnik. Leiter: Dipl.-Ing. R. Schamberger VDE.

10. 5. 1938 Vortragsreihe: Schutzmaßnahmen in Niederspannungsanlagen. 4. Abend: „Schutz gegen atmosphärische Überspannungen in Niederspannungsanlagen“, Vortragender: Dipl.-Ing. Gutt.

Meßtechnik. Leiter: Dr.-Ing. H. Boekels VDE.

11. 5. 1938 „Strom- und Spannungsmessung bei höheren Frequenzen“, Vortragender: Oberingenieur Dr.-Ing. O. Zinke VDE.

Elektrische Bahnen. Leiter: Reg.-Baumeister a. D. Dr.-Ing. H. Kother VDE.

12. 5. 1938 Sonderveranstaltung gemeinsam mit dem VDI-Arbeitskreis „Verkehrstechnik“. Besichtigung einer Obuslinie der BVG. Treffpunkt: Wannseebahnhof Steglitz, unten. Zeit: 8⁴⁰. Teilnahme: Zu melden bis zum 9. Mai an den AG-Leiter: Kother (Ruf: 34 00 11/2698) oder an dessen Vertreter: Falder (Ruf: 44 00 11/134).

Allgemeine Elektrotechnik. Leiter: Dr.-Ing. V. Aigner VDE.

12. 5. 1938 Vortragsreihe: Relais in der Starkstromtechnik. 7. Abend: „Die Schaltungen des Distanzschutzes unter besonderer Berücksichtigung der Doppelpolerschlußfassung“, Vortragender: Dipl.-Ing. A. Thewalt.

Elektrizitätswerke. Leiter: Oberingenieur Dipl.-Ing. B. J. v. d. Knesebeck VDE.

13. 5. 1938 Vortragsreihe: Berechnung und Bau eines modernen Dampfkraftwerkes. 9. Abend: „Die elektrischen Schaltanlagen in Kraftwerken“, Vortragender: Dipl.-Ing. Meiners VDE.

VDE Bezirk Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein E. V.

Der Geschäftsführer:

Burghoff

Bericht über die Aussprache¹⁾

zu dem am 16. 11. 1937 in dem Fachgebiet „Elektrische Bahnen“ gehaltenen Vortrag¹⁾ des Herrn Dr.-Ing. L. Mirow VDE über das Thema:

„Nutzbremsung bei Einphasen-Wechselstrom-Bahnen“

Leiter: Professor Dr.-Ing. Paul Müller VDE.

Leiter: Meine Herren! Ihr lebhafter Beifall zeigt, daß Sie dieser nicht ganz einfachen Materie mit Interesse gefolgt sind, ich hoffe daher auf eine rege Aussprache. Zunächst möchte ich fragen, ob nicht bei 50 Hz das Zusatzgewicht verhältnismäßig günstiger wird; ferner, wie hoch der Rückgewinn bei Vorortbetrieb etwa sein kann.

Vortragender: Bei 50 Hz sind zwar Drosseln und Kondensatoren kleiner, dafür ist die Erregerblindleistung höher als bei 16 $\frac{2}{3}$ Hz, insgesamt bleibt also wenig Unterschied. Mit den Kondensatoren wird man aber auch den Leistungsfaktor im Motorbetrieb verbessern.

Herr Huber: Wieviel Fahrzeuge hat die Reichsbahn bisher mit Nutzbremse ausgerüstet und warum nicht mehr?

Vortragender: Elektrische Bremsung ist bisher nur versuchsweise bei drei Doppeltriebwagen eingeführt, davon einer mit Nutzbremse. Ein nennenswerter Gewinn ergibt sich nur bei häufigem Bremsen aus hoher Geschwindigkeit.

Leiter: Aus Sicherheitsgründen kann die Reichsbahn hierbei nur schrittweise vorgehen.

Herr Oertel: Das Anwendungsgebiet der Wechselstromnutzbremse dürfte nicht groß sein, da Vorortbetriebe meist mit Gleichstrom betrieben werden und bei Fernstrecken die Mehrkosten für die Nutzbremsausrüstung sich wohl nicht lohnen.

Leiter: Bisweilen wird die elektrische Bremse schon deshalb vorgesehen, um zu hohe Abnutzung von Reifen und Bremsklötzen zu vermeiden.

Herr Töfflinger: Um im Vorortverkehr hohe Verzögerung zu erhalten, müßten alle Achsen mit Motoren versehen sein. Die Nutzbremse lohnt sich nur, wenn der Strompreis nicht zu niedrig liegt. Bei der Wechselstromnutzbremse kann man nicht nur Wirkstrom, sondern auch Blindstrom zurückliefern. Bei Schnellzügen mit wenigen Haltestellen ist die Nutzbremse nicht angebracht, weil beim Bremsen eine viel höhere Spitzenleistung verlangt wird, und die Motoren lediglich wegen dieser ganz kurzzeitigen Beanspruchung größer sein müßten.

Leiter: Das Wort wird nicht mehr gewünscht. Ich glaube, daß wir das Gebiet sehr erschöpfend behandelt haben. Ich spreche wohl in Ihrem Sinne, wenn ich dem Herrn Vortragenden für seinen ausführlichen Vortrag recht herzlich danke, sowie auch den Herren, die sich an der Aussprache beteiligt haben.

Praktische Erfahrungen bei Revisionen von Hochspannungs-Abnehmeranlagen.

621. 316. 268. 3. 001. 42

Am 10. 2. d. J. sprach Herr Boening über „Praktische Erfahrungen bei Revisionen von Hochspannungs-Abnehmeranlagen im Versorgungsgebiet der Bewag“. Betriebserfahrungen geben Veranlassung zu genauen Revisionen von Hochspannungs-Abnehmeranlagen einschließlich deren Schutzeinrichtungen. Es wird über die Erfahrungen nach Verlauf von rd. zwei Jahren berichtet. Grundlage der Revisionen sind hauptsächlich die im Ringbuch der Bewag veröffentlichten Anschlußbedingungen für Hochspannungs-Abnehmerstationen mit Betriebsspannungen von 3000 oder 6000 V. Einheitlich einzuhaltende Anschlußbedingungen sind nötig, weil der Besteller und Benutzer der elektrischen Anlagen oft in dieser Hinsicht Laie ist und daher Gewähr gegeben werden muß, daß auf Grund vergleichbarer Angebote betrieblich ausreichende und gleichwertige Anlagen erstellt werden. Die Anlagen müssen ferner in allen ihren Teilen für die größte Kurzschlußleistung berechnet sein, die planmäßig im Versorgungssystem vorgesehen ist. Mit Rücksicht auf dreipoligen, metallischen Kurzschluß (Schalten auf Kurzschließen nach Reinigung der Anlage durch den Abnehmer) werden für Leistungsschalter bei einer Betriebsspannung von 6 kV 25 kA (Scheitelwert) Zu- und 12 kA (Effektivwert) Abschaltströme verlangt. Leistungstrennschalter sollen schalttechnisch Ströme von 200 A induktiv bzw. 10 A kapazitiv bei 6 kV schalten. Die verwendeten Sicherungen müssen einen Spitzenstrom von 25 kA (Scheitelwert) bei 6 kV abschalten. Die auftretenden Überspannungen sollen im ganzen Arbeitsbereich der Sicherungen nicht höher als die zweifache Netznennspannung sein;

¹⁾ Der Vortrag ist in H. 17, S. 433 und in diesem Heft auf S. 464 wiedergegeben.

sie dürfen die dreifache Netznennspannung nicht überschreiten. Durchgeführte Änderungen der Anschlußbedingungen beziehen sich z. B. auf die Verwendung von Aluminium bei Hochspannungssammelschienen oder Kabeln. Aus Gründen thermischer Kurzschlußfestigkeit muß ein Mindestquerschnitt von 95 mm² verwendet werden. Eine bessere Ausnutzung des vorhandenen Werkstoffes wird erzielt durch Benutzen der Kabelbleimäntel als Erdverbindung zwischen der bei normalen Stationen VDE-mäßig vorzusehenden Abnehmererde und der zugehörigen Bewag-Station unter der Voraussetzung, daß in Muffen die Bleimäntel durchverbunden werden. In gewissem Umfang werden vorhandene Schalter zu geringer Abschaltleistung durch Entfernen des Überstromschutzes von der Kurzschlußabschaltung entlastet, die dann vorzuschaltenden, leistungsfähigen Hochspannungssicherungen übertragen wird. Nach Entwicklung der Leistungstrennschalter wird bis zu Abzweigleistungen von 125 kVA die Verwendung von Leistungstrennschaltern in Verbindung mit Hochspannungssicherungen genügender Abschaltleistung zugelassen. Wegen des Einschaltstromstoßes werden Sicherungen etwa des doppelten Nennstromes der zugehörigen Transformatoren gewählt. Werden mehrere parallel geschaltete Transformatoren durch Schalten des mit Hochspannungssicherungen versehenen Leistungstrennschalters unter Spannung gesetzt, so werden diese durchgehen, weil sie von der Summe der Magnetisierungsstromstöße durchflossen werden. Nachteilig bei Verwendung von Sicherungen ist die längere Spannungsunterbrechung durch das Auswechseln im Vergleich zum Betätigen eines Schalters, und zwar auch dann, wenn stets Reservesicherungen vorhanden sein sollten. Diese Überlegung lassen die Versorgung z. B. großer Versammlungsräume durch eine ausschließlich mittels Sicherungen und Leistungstrennschalter geschützte Hochspannungsanlage als unzuverlässig erscheinen. Auch Hochspannungsmotoren sollten nur dann mit Hochspannungssicherungen geschützt werden, wenn die Eigenart der angetriebenen Maschine dies erlaubt, weil evtl. auftretende stoßartige Belastungen sich mit voller Stärke auf die vorgeschalteten Sicherungen auswirken. Fehlt eine Vorrichtung, den Leistungstrennschalter nach Durchgehen einer Sicherung zum Abschalten zu bringen, so ist der Motor durch zweiphasigen Weiterlauf gefährdet. Trotz all dieser Bedenken wird die Verwendung von Leistungstrennschaltern mit Sicherungen zugelassen in der Erwartung verantwortungsbewußter Anwendung.

Von besonderer Bedeutung hat sich hinsichtlich der Revisionen der Schutz der Hochspannungs-Abnehmeranlagen erwiesen. Zum Verständnis der Schutzfrage muß der grundsätzliche Aufbau und die elektrische Lage der Hochspannungs-Abnehmeranlage gekennzeichnet werden. Die Hochspannungs-Abnehmeranlage besteht zunächst aus dem Übergabeteil der Bewag, der nur dem Betriebspersonal der Bewag zugänglich ist und u. a. einen Leistungsschalter enthält, der die Abnehmeranlage im Störfall vom übrigen Netz abtrennt, um Störungen auf den angeschlossenen Abnehmer selbst zu begrenzen. An den Übergabeteil schließt sich die Abnehmeranlage an, die im allgemeinen in mehrere Transformatoren aufgeteilt ist. Jeder dieser Abzweige enthält in der Regel Leistungsschalter mit Sekundärschutz. Mit Rücksicht auf die Auslösezeiten des übergeordneten Bewag-Schutzes kann der Generalschalter im allgemeinen eine höchste Auslösezeit von 0,8 s erhalten. Der Ansprechstrom des Relais beträgt dabei 300 A 6 kV-seitig. Die Abzweigschalter müssen daher, um mit dem Generalschalter selektiv zu liegen, im Kurzschlußfall praktisch momentan auslösen. Dagen können im Überlastungsbereich die Abzweigschalter sehr lange Auslösezeiten besitzen, so daß der Schutz der Abzweige in immer steigendem Maße durch Motorschutzschalter mit thermischer Auslösung und zusätzlicher Kurzschlußmomentanabschaltung bewirkt wird. Vielfach wird auch Cleve-landschutz (Wandlerstromauslösung mit den Auslösespulen parallel geschalteten Sicherungen) verwendet. Durch diese Geräte ist ein einwandfreier Schutzaufbau der Abnehmeranlage in den meisten Fällen zu erreichen. Die häufigsten bei den Revisionen vorgefundenen Fehler wurden nach Art und Menge behandelt, um ihr wiederholtes Auftreten für die Zukunft zu vermeiden.

Sitzungskalender.

VDE, Bezirk Nordhessen, Kassel. 6. 5. (Fr), 20¹⁵, Hess. Landesmuseum: „Neuerungen auf dem Gebiete des Zählerbaues“. Dr. Kesseldorfer VDE.

VDE, Bezirk Nordsachsen, Leipzig. 11. 5. (Mi), 20⁰⁰, Grassimuseum: Einführende Vorträge zur Besichtigung der Grube Leopold. Dr.-Ing. Auerbach, Dir. Zimmermann, Dir. Dehrmann VDE. 14. 5. (Sa); Besichtigung der Braunkohlengrube Leopold, Bitterfeld. Abfahrt 13³⁰ mit Autobus ab Blücherplatz. Kosten 2 RM.

VERSCHIEDENES.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

M. Planck. Der achtzigste Geburtstag des Herrn Prof. Dr. Max Planck wurde am 24. 4. durch eine Festsitzung der Physikalischen Gesellschaft im Harnack-Haus zu Berlin gefeiert. Während der Festsitzung verlieh Prof. Planck selbst die Planck-Medaille an den französischen Physiker Louis de Broglie in Anerkennung seiner Verdienste um die Begründung der Wellenmechanik.

Hochschulschnachrichten. — Herrn Dr.-Ing. habil. Max Haas, Dozent an der Fakultät für Bergbau, Chemie und Hüttenkunde der T. H. Aachen, wurde die Dienstbezeichnung eines nichtbeamteten a. o. Professors verliehen. Herr Dr. Haas ist Leiter der Aluminium-Zentrale und Vorstandsmitglied der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde sowie des Institute of Metals, London.

BUCHBESPRECHUNG.

621. 34

Elektromotorische Antriebe. Grundlagen für die Berechnung. Von Prof. Dr.-Ing. A. Schwaiger. 2. neubearb. Aufl. Mit 32 Abb. u. 102 S. im Format 110 × 160 mm. Verlag W. de Gruyter & Co., Berlin u. Leipzig 1938. Preis geb. 1,62 RM.

Der Band behandelt in einem ersten Abschnitt an zeichnerischen Darstellungen die Betriebseigenschaften verschiedener Arbeitsmaschinengattungen mit charakteristischem Verlauf von Drehzahl und Drehmoment, u. a. Ab- und Aufwickelvorgänge in der Textil- und Papierindustrie, Arbeitsmaschinen mit konstantem Widerstandsmoment und solche mit stark veränderlichem Moment wie Lüfter, Kreiselumpen, Rührwerke. Anschließend werden die Betriebseigenschaften der Elektromotoren nach den Hauptgruppen Reihenschluß- und Nebenschlußverhalten dargestellt. Es folgen die verschiedenen Arten der Drehzahlregelung durch Regelwiderstände im Ankerkreis, Änderung der Ankerspannung, der Frequenz und durch Bürstenverschiebung. Nach diesen grundsätzlichen Darlegungen wird in einem zweiten Abschnitt das dynamische Verhalten von Antriebsmotor und Arbeitsmaschine bei Anlauf und Betrieb kurvenmäßig verfolgt unter Vorausschickung von Grundgleichungen zur Berechnung elektromotorischer Antriebe, u. a. der Verlauf der Geschwindigkeiten, Zeiten, Wege, wobei auf die praktische Bedeutung der zeichnerischen Integrationsverfahren hingewiesen wird. An praktischen Beispielen werden die Anlaufvorgänge von Gleichstrommotoren und die Drehmoment-, Geschwindigkeits- und Leistungsverhältnisse bei einer Förderanlage und bei einer Blechstanze durchgerechnet, dann die Wahl der Motorgröße unter Berücksichtigung der Erwärmungsverhältnisse bei kurzzeitigem, aussetzendem und Dauerbetrieb durchgesprochen. Den Abschluß bilden wirtschaftliche Betrachtungen auf Grund der festen und veränderlichen Betriebskosten. Der Band gibt auf einem Raum von 98 Oktavseiten einen gedrängten Überblick über die mechanischen und elektrischen Zusammenhänge beim Antrieb von Arbeitsmaschinen; die darin enthaltenen Berechnungsverfahren und Beispiele werden dem Ingenieur, der beim Entwerfen eines Arbeitsmaschinenantriebes darauf zurückzugreifen genötigt ist, eine erwünschte Hilfe bieten.

F. Oertel VDE.

53. 001. 5

Forschung und Prüfung. 50 Jahre Physikalisch-Technische Reichsanstalt. Herausg. von J. Stark. Mit 12 Bildnissen u. 11 Abb., VII u. 309 S. im Format 170 × 240 mm. Verlag von S. Hirzel, Leipzig 1937. Preis geh. 10 RM, geb. 12 RM.

Nach Überwindung mannigfacher Hemmnisse im Jahre 1887/88 wurden die Mittel für die „Errichtung einer physikalisch-technischen Reichsanstalt für die experimentelle Förderung der exakten Naturforschung und der Präzisionstechnik“ eingesetzt. Heute umfaßt die Reichsanstalt 77 Laboratorien und 11 andere Dienststellen. Der Präsident der Anstalt, J. Stark, erstattet in dem Buch zum 50jährigen Bestehen der Reichsanstalt einen Bericht über ihre bisherige Tätigkeit. Der Hauptteil des Berichtes ist der Prüftätigkeit und der

wissenschaftlichen Tätigkeit der Anstalt gewidmet. Dieser Überblick zeigt noch einmal, welche bedeutsamen Dienste die Anstalt für die Reichsregierung als oberste physikalisch-technische Behörde, für die deutsche Wirtschaft als zuverlässige und vielseitige Prüfstellung und für die deutsche physikalische Forschung als Pflegestätte in der Vergangenheit geleistet hat und in Gegenwart und Zukunft weiter leisten kann. W. Bauer.

EINGÄNGE.

(Ausführliche Besprechung vorbehalten.)

Bücher.

Atlas des Weltfernsprechnetzes. Länderkarten des Europäischen Fernsprechnetzes. Herausgeber Dr.-Ing. E. h. P. Craemer. 6. erweit. Aufl. Mit 66 Tafeln im Format A 4. Verlag Europäischer Fernsprechdienst G. m. b. H., Berlin-Charlottenburg 9, Febr. 1938. Preis kart. 4 RM.

IS-Tafel für Luft und Verbrennungsgase. Von O. Lutz und F. Wolf. Mit 4 Abb., 5 Kurventafeln, 1 zweifarb. Tafel u. 14 S. im Format 200 × 275 mm. Verlag von Julius Springer, Berlin 1938. Preis kart. 3 RM.

Taschenbuch für Schnitt- und Stanzwerkzeuge. Von G. Oehler. 2. verbess. Aufl. Mit 41 Abb., 26 Tabellen u. 136 S. im Format 125 × 180 mm. Verlag von Julius Springer, Berlin 1938. Preis geb. 8,70 RM.

Korrosionen an Eisen und Nichteisenmetallen. Betriebserfahrungen in elektrischen Kraftwerken und auf Schiffen. Von O. R. A. Siegel. Mit 112 Abb. auf 22 Tafeln, IV u. 86 S. im Format 200 × 280 mm. Verlag von Julius Springer, Berlin 1938. Preis geh. 19,50 RM, geb. 21,60 RM.

Doktordissertation.

Walter Druey, Beitrag zur Dynamik der Glimmentladungen. T. H. Zürich 1936.

Friedrich-Wilhelm Gundlach, Das Verhalten der Habannröhre als negativer Widerstand. T. H. Berlin 1938. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin.

Emil Knausenberger, Über Verzerrungsfragen bei der Gleichrichtung. T. H. Dresden 1937. Verlag Mix & Genest. Techn. Nachrichten.

Herbert Lotze, Dämpfung und Anfachung bei Dezimeterwellen. T. H. Dresden 1935. Erschienen auch in Hochfrequenztechn. 47 (1936) S. 37 bis 43.

Wolf Mecklenburg, Ein neuer Meßwiderstand für Hochspannungsmessungen. T. H. Zürich 1937.

Berichtigungen.

In dem Bericht über die Vortragsveranstaltung im Bezirk Nordhessen in ETZ 59 (1938) H. 16, S. 429 ist der Tagungsort nicht Köln, sondern Kassel.

Zu dem Aufsatz „Neue Werkstoffe in der Elektrotechnik“ in Heft 6 der ETZ 1938, S. 151, teilt die Bakelite G. m. b. H., Erkner b. Berlin, mit, daß der geschützte Markenname „Bakelite“ nur für die von ihr hergestellten Phenoplaste und Aminoplaste benutzt werden darf.

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:

Obering. H. Franken VDE, Köln-Marienburg, Auf dem Römerberg 8c.

Dr.-Ing. P. Hochhäusler VDE, Porz a. Rhein.

Ing. E. Kern, Ennet-Baden (Schweiz), Rebbergstr. 12.

Dr.-Ing. L. Mirow VDE, Berlin-Siemensstadt, Lenthner Steig 9.

Prof. Dr. F. Trendelenburg, Berlin-Nikolassee, Libellenstr. 4.

Abschluß des Heftes: 29. April 1938.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE

Zuschriften sind nicht an eine persönliche Anschrift zu richten, sondern nur an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und nur mit Genehmigung des Verfassers und der Wissenschaftlichen Leitung der ETZ gestattet.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Herausgegeben vom Verband Deutscher Elektrotechniker E.V.

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

59. Jahrgang

Berlin, 12. Mai 1938

Heft 19

Zur VDE-Tagung in Köln.

Von K. Hoerner VDE, Köln.

Nahezu dreißig Jahre sind seit der letzten Tagung des Verbandes in Köln verflossen. Nun aber soll die „VDE-Mitgliederversammlung 1938“ in Köln, dem Haupt-handelsplatz des Westens, Wirklichkeit werden, nun

Buch „Die galvanische Kette mathematisch bearbeitet“ zusammenfaßt¹⁾. Das Buch enthält unter anderem auch den Zusammenhang, der unter dem Namen „Ohmsches Gesetz“ der ganzen Welt Klarheit und die grundlegende



Köln mit dem weltberühmten Dom.

sollen die Fachgenossen, über die letzten Fortschritte ihres Arbeitsgebietes unterrichtet, die Stätten rheinischer Elektrotechnik kennen lernen und nicht zum wenigsten rheinisches Land und Leben auf sich wirken lassen. Ein Überblick über die Bedeutung von Köln und Umgebung für die Elektrotechnik in Vergangenheit und Gegenwart mag als eine Einleitung zur Tagung gelten.

Köln ist die Stätte, an der Georg Simon Ohm seine grundlegenden Versuche über den elektrischen Stromkreis ausführte, die er dann von Berlin aus i. J. 1827 in seinem

Darstellung elektrischer und auch anderer Bewegungsvorgänge verschafft hat.

Die Versuche und theoretischen Arbeiten, die zu der genannten Schrift dienten, führte Ohm durch, als er neun Jahre lang an dem damaligen Kölner Gymnasium, dem jetzigen Dreikönigsgymnasium, mit hervorragendem, aber hauptsächlich nur von seinen Schülern anerkanntem Erfolg als Lehrer für Physik und Mathematik wirkte. Wenn auch seine Veröffentlichungen der Zeit entsprechend den

¹⁾ E. Hoppe, ETZ 48 (1927) S. 561.

Stoff mehr mathematisch als physikalisch behandeln, so geht doch aus seinem Briefwechsel mit Fachgenossen und aus seinen Gesuchen an Behörden klar hervor, welcher großen Wert Ohm auf Versuchseinrichtungen — man nannte sie „den Apparat“ — legte.

Auch heute noch kann die Auffassung als Richtschnur gelten, die Ohm über die Aufgabe einer polytechnischen Schule aus besonderem Anlaß brieflich niedergelgte. Unter geistiger Bildung, so sagt er wörtlich, verstehe er nicht jene Kunst, wirkliche Unwissenheit unter einem Schwall von scheinbaren Worten zu verstecken. Technischen Berufsleuten tue ein ebenso gründliches Wissen not als den sonst so genannten Studierenden; der Gewerbetreibende müsse seinen Gegenstand mit eben der Sicherheit verarbeiten lernen wie der Gelehrte, sonst klebe die Schule bloß einigen Flitterkram mehr an die armen Zöglinge hin, der ihnen unbequem genug sitzt und den sie ihr ganzes Leben hindurch sich nur vom Halse zu schaffen streben oder zu eitlem Geschwätz mißbrauchen.

Von den Versuchsgeräten, die Ohm selbst gebaut und zu Lehre und Forschung benutzt hatte, sind einige erhalten und im Deutschen Museum in München ausgestellt.

Der Weg aus jener Zeit, in der Naturwissenschaftler als einzelne Pfadfinder in ihren Versuchszimmern die Gesetzmäßigkeiten elektrischer Stromkreise erforschten, zur neuzeitlichen Elektrotechnik führt in Köln über ein Unternehmen, das nach fast 25jähriger Tätigkeit wirtschaftlichen Umständen zum Opfer fiel. Die Elektrizitäts-AG. Helios in Köln-Ehrenfeld war anerkanntermaßen für die geschichtliche Entwicklung der Starkstromtechnik vor der Jahrhundertwende von großer Bedeutung.

Gleich nach ihrer im Jahr 1882 erfolgten Gründung beschritt diese Gesellschaft auf dem Gebiet der Gleichstrommaschinen mit dem Gülcherschen Flachringgenerator, und zwar durch vierpolige Bauart und sorgfältige Lüftung des Ankers, neue Wege. Weiter trat sie durch die Anwendung der Doppelschlußerregung und durch den Bau von Generatoren zum unmittelbaren Antrieb, also von geringer Nenndrehzahl, hervor. Die Bedeutung, die Helios im Bau elektrischer Straßenbahnwagen hatte, wird unter anderem dadurch gekennzeichnet, daß auf dem Fabrikgrundstück eine Versuchsbahnstrecke angelegt war.

Helios hat auch am Ende der achtziger Jahre der Erörterung, ob ein Parallelbetrieb von Wechselstrommaschinen möglich sei, dadurch ein Ende bereitet, daß er einen solchen zunächst in seiner Fabrik, dann im Betrieb des von ihm errichteten Hafen-Elektrizitätswerks in Frankfurt a. M. durchführte. Die Reihe großer Einphasen- und Drehstrommaschinen, die Helios für Elektrizitätswerke baute, wurde gekrönt durch den größten auf der Pariser Weltausstellung 1900 im Betrieb gezeigten Generator, der für eine Nennaufnahme von 3000 PS bei 70 U/min berechnet war und einen Läuferdurchmesser von 8 m hatte.

Helios hat als erste deutsche Firma die hohe Bedeutung des Wechselstrom-Transformatorsystems erkannt und zur Anwendung gebracht, ebenso war er führend in dem Bemühen, technisch und wirtschaftlich brauchbare Motoren für Einphasen- und für Drehstrom zu schaffen. Zu diesem Zweck hatte Helios im Jahr 1892 alle auf Mehrphasenstrom bezüglichen Patente Tesla erworben.

In Anbetracht der neueren Entwicklung ist es auch von Interesse, daß Helios das Hochspannungsschalterproblem durch Druckluftfunkenlöschung zu lösen versuchte. Schließlich ist die Ausführung erwähnenswert, die Helios für die Beleuchtung des 1887 bis 1895 erbauten Nordostseekanals dadurch fand, daß Glühlampen für 25 V mit nebengeschalteter Drosselspule in Reihen von je 250 Stück mit einer Spannung von 7500 V betrieben wurden.

Ein aus dem Jahr 1827 stammendes Unternehmen, das gegenwärtig allgemeinen Besichtigungen nicht zugänglich ist, die Gottfried Hagen AG. in Köln-Kalk,

war ursprünglich eine Metallgroßhandlung. Es dehnte sich bald auf die Verarbeitung von Blei durch Walzen und Pressen aus und nahm im Zuge der Zeit auch die Erzeugung von Metallelektroden für galvanische Elemente auf. Im Jahr 1884 begann dann die Herstellung von Bleiakkulatoren zunächst nach fremden, dann nach eigenen Erfindungen; besonders durch die elektrotechnische Ausstellung in Frankfurt a. M. 1891 wurden jene allgemein bekannt und anerkannt. Führend trat die Firma durch die Herstellung leichter Gitterplatten für Elektrofahrzeuge hervor, die Düsseldorf Ausstellung 1902 brachte durch eine Akkulatorenrundbahn neue Erfolge. Besonders neuzeitlich ist bei Gottfried Hagen die Fertigung von Stahllakkumulatoren eingerichtet. Um die Jahrhundertwende wurde das Unternehmen durch ein Gummwerk erweitert, in dem zunächst Hartgummikisten für transportable Akkulatoren, dann Vollreifen für Lastwagen und sonstige technische Gummiwaren hergestellt wurden. Nachdem die Firma auch im Auslande Bleiwerke in Betrieb genommen hatte, war sie in den letzten Jahren vor dem Weltkrieg der größte Bleiverbraucher des europäischen Festlandes.

Die elektrotechnische Fabrik Hochspannungsgesellschaft Fischer & Co. in Köln-Zollstock ist Nachfolgerin der im Jahr 1890 gegründeten Firma Ernst Heinrich Geist. Letztere verwendete seinerzeit als erstes Unternehmen hochlegierte Bleche für Transformatoren und errichtete 1892 das erste Überlandwerk in Gestalt des Elektrizitätswerkes Frechen bei Köln, das acht Ortschaften zunächst mit Gleichstrom, dann mit Einphasenstrom versorgte. Weiter machte sich E. H. Geist verdient durch die Einführung von Elektromagnetabscheidern, die auch heute noch hergestellt werden. Wie früher befaßte sich die Firma mit dem allgemeinen Elektromaschinen- und Transformatorenbau, darunter auch Regel- und Schweißtransformatoren. Als Sondererzeugnisse sind Wirbelstromöfen für Industrie und Gewerbe, Hochspannungselektrometer und Kathodenstrahloszillographen zu nennen, hauptsächlich aber die Trockenprüftransformatoren Bauart Fischer. Die häufigste Ausführungsform dieser letzteren ist dadurch gekennzeichnet, daß die Hochspannungswicklung auf konzentrischen, in der Höhe abgestuften Zylindern in nur je einer Lage liegt, und daß die Wicklungsteile beider Kerne abwechselnd hintereinander geschaltet sind. Durch diese Bauart ergibt sich eine hohe elektrische Festigkeit, ferner kann durch Einbau eines Vielfachgleichrichters, der in diese Wicklungsstufen eingeschaltet ist, der Transformator auch als Gleichstromquelle für Stoßspannungsprüfungen verwendet werden. Besonders unempfindlich gegen mechanische Beanspruchungen sind Transformatoren mit Klotzwicklung Bauart Fischer; die Oberspannungswicklung ist hier ganz in Hartpapier eingebettet.

Im Rheinland sind im Laufe der Zeit mehrere Fabriken elektrotechnischer Sondererzeugnisse entstanden. Die im Jahr 1893 gegründete Meirowsky & Co. AG. in Porz, Bezirk Köln, ist in der Herstellung von Isolierstoffen und -körpern führend. Um die Jahrhundertwende brachte sie unter dem Namen Pertinax ein Hartpapier auf den Markt. In Platten, Röhren und anderen Formen wird jener Stoff nicht nur in der Starkstrom- und in der Fernmeldetechnik, sondern z. B. auch als Tafelung für die Ausstattung von Räumen verwendet. Auch Hochspannungsgeräte wie Kondensatoren, Durchführungsklemmen zur Anwendung in Räumen und im Freien werden hergestellt. Die Firma gehört zu den ersten, die Drähte mit Lackisolierung lieferte, wozu umfangreiche Erfahrungen aus der eigenen Lackfabrikation zur Verfügung stehen. Unter dem Namen Durcoton und anderen werden Hartgewebe erzeugt und für die Herstellung geräuschloser Zahnräder, Lagerschalen usw. verwendet. Die Anwendungsgebiete der nach amerikanischem Vorbild erzeugten Exzelsiorgewebe haben sich durch die Rundfunkgeräte bedeutend vervielfacht. In neuerer Zeit ist die Herstellung von Garnen und Geweben aus Zellwolle und von Preßkörpern

aus Kunstharzen hinzugekommen. Daß umfangreiche Prüf- und Forschungseinrichtungen der Sicherung und Entwicklung der Fabrikation dienen, bedarf bei der Größe und dem Alter des im Jahr 1919 der Felten & Guillaume AG. angegliederten Werkes keiner besonderen Betonung.

Dem Besucher der F. Klöckner KG. in Köln-Bayenthal, Fachfabrik für elektrische Schaltgeräte, gibt schon der äußere Anblick der Werksgebäude ein Bild von der Entwicklung dieses Betriebes in Köln. Eine Gruppe von Bauten, die allmählich dem Raumbedarf der Erzeugung entsprechend sich an und um die — einige Jahre nach der im Jahr 1899 erfolgten Gründung der Firma bezogenen — beiden Stammhäuser schlossen. Außerdem wurden im Laufe der Zeit Teile der Herstellung nach mehreren Zweigwerken verlegt, die hauptsächlich im rechtsrheinischen Gebiet liegen.

Da eine Darstellung der Entwicklung elektrischer Niederspannungs-Schaltgeräte in dieser Zeitschrift erschienen ist²⁾, soll hier nur kurz bemerkt werden, daß die Firma Klöckner auf ihrem Arbeitsgebiet in technischer und sozialer Hinsicht beispielhaft ist.

Die Betonung der Wärmespeicherfähigkeit im Bau von Anlassern, die Entwicklung von Motorschutzgeräten, die Wiedereinführung der Sicherung als Kurzschlußschutz vor dem Zeitauslöser, die besondere Berücksichtigung der mechanischen Elemente, die Verbreitung der Schaltwalze, die Aufstellung von Bewertungsdaten für Widerstände und Schaltgeräte, vor allem aber der vor etwa einem Jahrzehnt begonnene Einsatz für weitgehende Verwendung von ausreichend festen Isolierstoffen und deren ständige Verbesserung sind Beispiele für das Wirken der F. Klöckner KG.

Im Angesicht einer der landschaftlich schönsten Stellen des Rheinlandes, des Siebengebirges, liegen die Ringsdorff-Werke in Mehlem am Rhein, die sich seit mehr als 50 Jahren und gegenwärtig mit einer Gefolgschaft von etwa 1000 Personen besonders der Verarbeitung von Kohle für die Stark- und Schwachstromtechnik widmen. Zunächst seien selbstschmierende Kohlegleitlager für kleine Geschwindigkeiten, Kohlerohre für alle Zwecke, Elektroden für galvanische Zellen, für Schweißung und für Bild- und Scheinwerfer, außerdem Kontaktstücke für Steuergeräte und Schleifbügel sowie Kohlen für Telephonanlagen genannt. Das Hauptgebiet der Firma ist seit jeher die Herstellung von Bürsten für Elektromaschinen, dem später diejenige von Bürstenhaltern angegliedert wurde. Der Wandel im Gebrauch von Elektromaschinen mit bzw. ohne Bürsten hat im wesentlichen nur eine Verlagerung des Bedarfes im Sinne kleinerer Abmessungen, aber größerer Stückzahl gebracht. Wenn man bedenkt, wie vielfältigen und oft einander widersprechenden Forderungen und Beanspruchungen chemischer, mechanischer, thermischer und elektrischer Art die Bürsten unterworfen sind, dann ist es klar, daß ein führendes Werk nicht nur zahlreicher Einrichtungen zur Überwachung der Erzeugnisse bedarf, sondern daß es auch eine ausgedehnte wissenschaftliche Untersuchungs- und Forschungstätigkeit ausüben wird. Gefügeuntersuchungen durch Mikroskop und Röntgenstrahlen, Festigkeitsprüfungen, Messung der Wärmeausdehnung und dergleichen sind Aufgaben, die in den Versuchsräumen des genannten Unternehmens erfüllt werden.

Kehren wir nach der Stadt Köln zurück, so finden wir in eindrucksvollen Neubauten des nördlichen Stadtteils Riehl die Rheinischen Draht- und Kabelwerke. Aus den Kupferwerken J. Wahlen hervorgegangen, stellt dieses Unternehmen blanke Leitungsseile, isolierte Leitungen sowie Starkstrom- und Fernmeldekabel her. Unter anderen wurden Drehstromkabel für 65 kV und Grubenkabel für schwierige Betriebsbedingungen geliefert. Die Prüf- und Versuchseinrichtungen sind vor einigen Jahren vollständig erneuert worden, wobei auch erhebliche Erweiterungsmöglichkeit vorgesehen

wurde. Besonders bemerkenswert ist die Höchstspannungsprüfanlage. Drei Lufttransformatoren, Bauart Fischer, für je 400 kV und 1 A Dauerstrom sind so aufgestellt und geschaltet, daß sie sowohl in Kaskade zur Erzeugung der dreifachen Spannung als auch in Drehstromschaltung bzw. einzeln verwendet werden können. Der kapazitive Blindstrom der Anlage und der Prüflinge kann durch feinstufig regelbare Drosseln ausgeglichen werden, so daß ein verhältnismäßig kleiner Generator als Stromquelle genügt. Die Oberspannung wird sowohl durch eine Funkenstrecke von 1,5 m Kugeldurchmesser als auch fortlaufend durch den gleichgerichteten Ladestrom derselben gemessen. Die ganze Prüfanlage ist so ausgestaltet, daß sie ohne Schwierigkeit durch Gleichrichter erweitert werden kann.

Wer das Carlswerk der Felten & Guillaume AG. in Köln-Mülheim vom linksrheinischen Köln her aufsuchen will, sollte seinen Weg über die Mülheimer Brücke nehmen, wenn nicht zu Fuß, dann wenigstens im offenen Wagen. Von Ufer zu Ufer spannt sich frei über mehr als 300 m Strombreite der flache, schlanke Bogen der Brückenbahn, getragen von der feinen Kettenlinie der Seile, die in den beiden Landträgern frei verankert sind: ein anmutiges Bild technischer und künstlerisch gemeisterter Kräfte. Daß nach langem Kampfe zwischen den Verfechtern der Bogenbrücke einerseits und der Hängebrücke andererseits die letztere Bauweise siegte, ist nicht zum wenigsten das Verdienst des Carlswerks, das für die Lieferung und Verlegung der Tragseile seine Erfahrungen und kölnische Arbeit einsetzen konnte. Mit der Errichtung dieser größten Kabelbrücke Europas begann gleichzeitig für die Firma Felten & Guillaume das zweite Jahrhundert ihres Bestehens.

Die Hanfseilerei Felten & Guillaume hatte wenige Jahre nach ihrer im Jahr 1826 erfolgten Gründung als erstes Werk des europäischen Festlandes die fabrikmäßige Herstellung von Drahtseilen aufgenommen und in der Erzeugung von Eisen- und Stahldrahtwaren sich mehrfach, so in der Einführung des Stacheldrahtes, an die Spitze gestellt. Ein eigenes Stahlwerk mit Siemens-Martin- und Elektro-Öfen, Block- und Drahtwalzen, Drahtzieherei usw. liefert den Werkstoff für die mannigfachen Erzeugnisse der Gruppe „Eisen und Stahl“.

Zu der Gruppe „Kupfer und Kabel“ gehört auch der Bau von Schaltgeräten, ferner die Verarbeitung von Aluminium sowie von verschiedenen Metalllegierungen zu Drähten, Seilen, Rohren, Profileisten u. dgl., ferner eine Gießerei und Presserei für das Zubehör von elektrischen Leitungsanlagen.

Zur Verarbeitung des Kupfers dienen Schmelz- und Raffinieröfen, elektrolytische Bäder, Walzenstraßen usw. Für Höchstspannungs-Freileitungen, wie sie auch in der Umgebung von Köln zu sehen sind, stellt das Werk Kupferhohlseile und zwar auch ohne inneren Tragkörper her.

Mit der Herstellung elektrischer Kabel befaßt sich die Firma seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts. Unterirdische Telegraphenleitungen für das Netz der Deutschen Reichspost, der Austausch von Gummi und Guttapercha durch die leichter zu beschaffende, billigere und wärmebeständigere Faserstoffisolierung mit Tränkung, die Umhüllung mit nahtlosem Bleimantel, endlich die Isolierung der Telegraphenkabel mit Papier und Luftraum, die im Preis, Gewicht und in der Kapazität erhebliche Vorteile bietet, waren Marksteine in der Entwicklung der Werkstätigkeit. Die Einführung induktionsfreier Telegraphenkabel, die Lieferung von Telegraphenseekabeln mit einer in den Jahren 1894 bis 1914 den Erdumfang übersteigenden Gesamtlänge, die Herstellung von Kabeln für Telegraphiergeschwindigkeiten von mehr als 1000 Buchstaben je Minute kennzeichnen weiter die Arbeit des Carlswerks. Auch an der Entwicklung der Fernsprechkabel hat es in der ersten Linie teilgenommen.

Auf dem Gebiet der Starkstromkabel hat F & G im Jahr 1888 für das Elektrizitätswerk Barmen das erste

²⁾ ETZ 59 (1935) H. 18, S. 461.

größere Kabelnetz gelegt; an der weiteren Entwicklung der Kabeltechnik nahm die Firma stets führenden Anteil, vor allem auch im Bereich der jeweils höchsten Spannungen. Im Jahr 1925 wurde als längstes bis dahin verlegtes Seekabel dasjenige für 50 kV Drehstrom durch den Sund gezogen. Von besonderen Maßnahmen sei die Verdichtung der Isolierung und deren radiale Abstufung erwähnt, wodurch eine höhere elektrische Festigkeit erreicht wird. Neben Massekabeln, die bei Einleiter für Betriebsspannungen bis zu 110 kV reichen, werden für Dreileiter über 60 kV Ölkabel sowie Druckgaskabel hergestellt; das im Jahr 1935 verlegte Druckgaskabel für 110 kV in der Oderniederung bei Stettin war das erste dieser Spannung.

Kennzeichnend für die Einstellung der Firma zu den wissenschaftlichen Aufgaben der Technik ist, daß sie schon im Jahr 1882 im Carlswerk ein Laboratorium für anorganische Chemie errichtete. Die umfangreichen Einrichtungen des elektrischen Versuchsfeldes sind in jüngster Zeit durch einen nach Angaben des Werkes verbesserten Kathodenstrahlzillographen, ferner eine Stoß-

spannungsanlage für 1,4 Mill V und 110 kW ergänzt worden. Für letztere wird in einem Lufttransformator nach Fischer eine Spannung von 700 kV erzeugt; diese wird durch einen Vielfach-Nadelgleichrichter, der mit dem Transformator zusammengebaut zwischen die Stufen der Oberspannungswicklung geschaltet ist, in gleichgerichtete Spannung verwandelt. Zwei Kabelkondensatoren werden damit in Nebenschaltung geladen, in Hintereinanderschaltung über eine Funkenstrecke auf den Prüfling entladen.

So vielseitig die elektrotechnische Industrie in Köln und Umgebung verbreitet ist, so reichhaltig ist auch die Elektrizitätswirtschaft vertreten. Ein Blick auf die Karte der Hochspannungsleitungen des Großdeutschen Reiches läßt die Bedeutung Kölns für die Elektrizitätserzeugung erkennen. Den Tagungsteilnehmern wird deshalb auch Gelegenheit gegeben³⁾, die wichtigsten Erzeugungs- und Verteilungsstellen elektrischer Energie kennenzulernen.

³⁾ Siehe Einladung zur 40. Mitgliederversammlung, ETZ 59 (1938) H. 12, S. 323.

Streuspannung und Ankerrückwirkung von Synchronmaschinen aus der Erregerstrom-Kennlinie (Tangenten-Methode).

(Mittteilung aus dem Institut für Starkstrom- und Hochspannungstechnik der T. H. Dresden)

Von L. Binder VDE, Dresden.

Übersicht. Es wird gezeigt, daß aus der Erregerstrom-Kennlinie (i abhängig von I für $\cos \varphi = 0$), die ohnehin für den Betrieb gegeben sein muß, leicht Streuspannung und Ankerrückwirkung zu ermitteln sind. Da nur die Anfangstangente der Erregerstrom-Kennlinie benötigt wird, können selbst die größten Maschinen im Prüffeld oder auch nach der Inbetriebsetzung nach dem Verfahren behandelt werden.

Streuspannung und Ankerrückwirkung sind nicht nur für den Berechner der Maschinen von Interesse, sondern auch für den großen Kreis derer, die als planende Ingenieure oder Betriebsleiter die Kurzschlußströme der Anlagen ermitteln müssen. Es dürfte daher ein Verfahren willkommen sein, das die genannten Größen unmittelbar aus der „Erregerstrom-Kennlinie“ zu bestimmen gestattet. Letztere stellt, abhängig vom Belastungsstrom, den Erregerstrom dar, der notwendig ist, um die Klemmenspannung der Maschine unverändert zu halten. In vielen Fällen wird diese Kennlinie von vornherein bekannt sein; sie läßt sich für $\cos \varphi = 0$ aber auch leicht im Betrieb aufnehmen. Die Maschine wird am Netz liegend übererregt und untererregt.

Gegenüber Leerlauf mit Nennspannung weisen Synchronmaschinen bei Vollast häufig einen zwei- bis dreimal so großen Erregerstrom auf, so daß die magnetische Streuung der Pole bzw. der Erregerwicklung stark anwächst im Vergleich zum Leerlaufzustand; infolge Steigerung der Induktion des ohnehin schon hochbeanspruchten Poleisens tritt ein hoher Erregerbedarf an dieser Stelle in Erscheinung. Die durch die Leerlaufkennlinie gegebene Leitfähigkeit des magnetischen Kreises der Maschine kann deswegen nicht ohne weiteres auf Lastbetrieb übertragen werden. Bekanntlich erhält man aus dem genannten Grunde auch zu große Werte für die Streuspannung, wenn man sie in der üblichen Weise mit Hilfe des Potierschen Dreiecks bestimmt.

Das neue Verfahren geht von dem Gedanken aus, die genannten Schwierigkeiten dadurch zu vermeiden, daß nur kleine Änderungen in der Erregung und im magnetischen Fluß ins Auge gefaßt werden; es benutzt also eine Differentialbetrachtung. Bei kleinen Änderungen des Erregerstroms bleibt die Zunahme der Polstreuung klein von zweiter Ordnung, so daß man sie nicht

zu berücksichtigen braucht. Denkt man sich von einem Leerlaufpunkt ausgehend (s. Erregerstrom-Kennlinie in Abb. 1 b), eine kleine Belastung ΔI (mit $\cos \varphi = 0$) eingestellt, so gehört hierzu eine Steigerung des Erregerstromes $\Delta i = \Delta I \tan \beta$. Ein zunächst unbekannter Anteil Δa hiervon sei benötigt zum Ausgleich der Ankerrück-

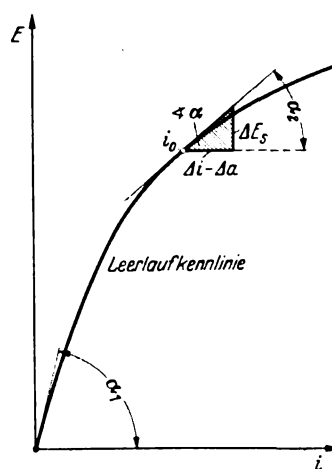


Abb. 1a. Leerlaufkennlinie mit Tangenten.

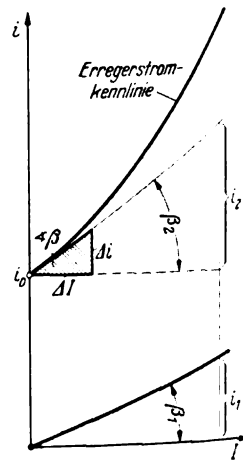


Abb. 1b. Erregerstrom-Kennlinie mit Anfangstangente.

wirkung; dann bewirkt der Betrag $\Delta i - \Delta a$ eine Höhermagnetisierung, die gemäß der Leerlaufkennlinie Abb. 1 a den Betrag ΔE_s ergeben muß, wie er für die Deckung der Streuspannung benötigt ist. Nach der genannten Abbildung kann $\Delta E_s = (\Delta i - \Delta a) \tan \alpha$ gesetzt werden. Indem man diese Beziehungen für zwei Fälle anwendet, z. B. Kurzschlußfall (Index 1) und Belastungsfall bei normaler Spannung (Index 2), ergibt sich

$$\Delta E_s = \Delta I \cdot \frac{\tan \beta_2 - \tan \beta_1}{\frac{1}{\tan \alpha_2} - \frac{1}{\tan \alpha_1}}$$

Denkt man sich die Elementardreiecke im Verhältnis $I : \Delta I$ ähnlich vergrößert, so erhält man $E_s = I$ mal dem angeschriebenen Tangenausdruck.

Die Winkel α und β bzw. die Tangentenwerte müssen aus der Zeichnung herausgemessen werden, wobei auf den Maßstab für E , I , i zu achten ist. Viel schneller und sicherer führt daher praktisch die in Abb. 2 dargestellte

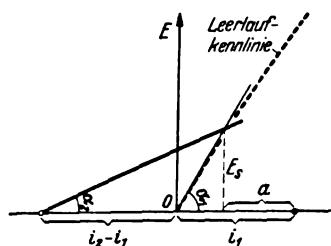


Abb. 2. Zeichnerische Ermittlung von Streuspannung E_s und Ankerrückwirkung a .

zeichnerische Lösung zum Ziel. Man braucht nur an den Anfang der Leerlaufkennlinie, die den Winkel α_1 bereits gibt, die nach Abb. 1 b festgelegten Werte i_1 und i_2 sowie anschließend den Winkel α_2 anzutragen (Parallele zur Tangente im Punkt 2 der Leerlaufkennlinie); das im Schnittpunkt gefällte Lot stellt bereits E_s dar. Ebenso kann a sofort der Zeichnung entnommen werden. Es sei daher darauf verzichtet, eine Berechnungsformel für a anzugeben; man kommt zu einem ähnlichen Tangentenausdruck, wie er für E_s angegeben wurde. Wenn E_s ermittelt ist, ergibt sich a aus der Beziehung $a = i_1 - \frac{E_s}{\tan \alpha_1}$.

Wie immer beim Arbeiten mit Kennlinien ist darauf zu achten, daß Remanenz und Hysterese erheblich stören können; die Leerlaufkennlinie geht nicht durch Null, außerdem tritt an ihr, wie auch an den anderen Kennlinien, ein aufsteigender und ein absteigender Ast hervor. Um die Anfangstangente der Leerlaufkennlinie einwandfrei zu erhalten, nimmt man zweckmäßig eine vollständige Schleife um den Nullpunkt auf, indem man den Erregerstrom in der Richtung auch umkehrt.

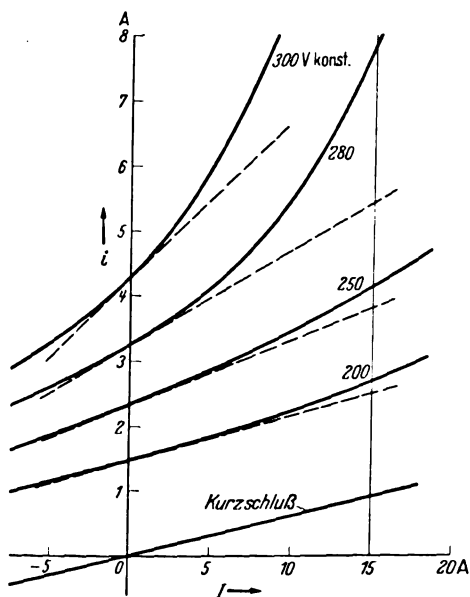


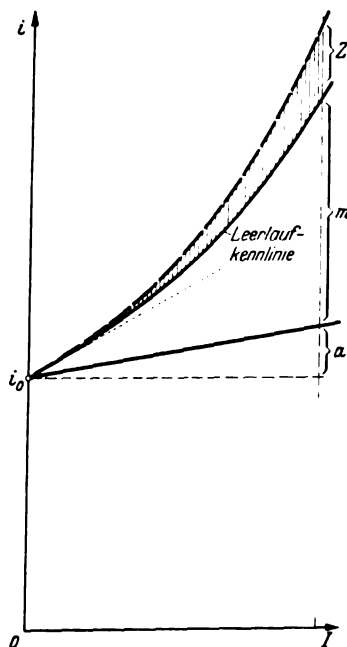
Abb. 3. Aufgenommene Erregerstrom-Kennlinien.

Nachstehend seien als Beispiel die an einer 5 kW-Maschine aufgenommenen Kennlinien wiedergegeben; Abb. 3 zeigt die Erregerstrom-Kennlinien mit zugehörigen Anfangstangenten. Um etwaige Änderungen von E_s oder a hervortreten zu lassen, wurden Werte für $E = 200$ V, 250 V, 280 V und 300 V aufgenommen. Die nachstehende Zahlentafel 1 enthält auch die abgeleiteten Werte und die nach der Tangentenformel berechneten Werte von E_s und von a . Das außerdem durchgeführte zeichnerische Verfahren führte praktisch zu den gleichen Werten, wie es ja auch sein muß, da dieselben α und Ströme i_1 bzw. i_2 zugrunde liegen.

Zahlentafel 1.

E V	i_2 A	i_1 A	i_2 A	$\tan \beta$	1 $\tan \alpha$	E_s V
0	0	0,9	—	0,060	0,0066	—
100	3,63	—	—	—	—	—
200	1,46	—	1,07	0,072	0,0121	33
250	2,32	—	1,48	0,098	0,0225	35
280	3,22	—	2,18	0,145	0,0425	35
300	4,25	—	3,75	0,245	0,087	34

Das für 200 V gefundene E_s ist offenbar etwas zu klein; die magnetische Kennlinie ist an dieser Stelle noch wenig gekrümmt, auch ergibt sich die Differenz $i_2 - i_1$



aus zwei annähernd gleich großen Zahlen; in der Zeichnung fällt der Schnitt der Tangenten sehr spitzwinklig aus, so daß keine große Genauigkeit zu erwarten ist. Man kann gut über den ganzen Bereich den Mittelwert von 34 V nehmen; diesem entspricht eine Größe $a = 0,68$ A.

- i_0 Leerlauf-Erregerstrom
- a Betrag zum Ausgleich der Ankerrückwirkung
- m Erregerbedarf zur Erzeugung von E_s entspr. der Leerlaufkennlinie
- z Mehrbedarf wegen zusätzlicher Polstreuung

Abb. 4. Aufteilung des Erregerbedarfs.

Zum Schluß sei noch darauf hingewiesen, daß die Erregerstrom-Kennlinien mit Vorteil dazu benutzt werden können, den Einfluß der erhöhten Polstreuung zu zeigen. In Abb. 4 ist in der obersten gestrichelten Linie für Betrieb mit 280 V der beim Versuch ermittelte Erregerstrom aufgetragen. Er setzt sich aus folgenden Anteilen zusammen: dem Leerlauf-Erregerstrom i_0 , dem Betrag a zur Deckung der Ankerrückwirkung und einem Betrag m , der sich aus der Leerlaufkennlinie für die Höhermagnetisierung entsprechend E_s ergibt. Da E_s verhältnismäßig I anzusetzen ist, müssen die m -Werte die Leerlaufkennlinie ergeben (gegenüber Abb. 1 a herumgeklappt in einem schiefwinkligen Koordinatensystem dargestellt). Das schraffierte Gebiet kennzeichnet die Fehlbeträge gegenüber dem wirklich gemessenen Erregerstrom, die auf den erhöhten Erregerbedarf wegen zusätzlicher Polstreuung zurückzuführen sind. Aus Abb. 4 ist ersichtlich, daß die gestrichelte Linie sehr ähnlich der durchgezogenen Kennlinie verläuft. Da letztere mit den bereits ermittelten Werten von E_s und a gezeichnet werden kann, ist es auf diesem Wege möglich, den manchmal wegen der Versuchsverhältnisse nicht bestimmbareren Vollasterregerstrom zu finden, wenn für den Bereich der kleinen Lasten gemessene Werte vorliegen.

Zusammenfassung.

Es ist nunmehr ein Verfahren gegeben, das unmittelbar richtige Werte für Streuung und Ankerrückwirkung liefert, ohne daß es nötig wäre, auf rechnerischem oder zeichnerischem Wege stufenweise eine Verbesserung durchzuführen oder Hilfsspulen anzuwenden. An den Erregerstrom-Kennlinien kann auch leicht der Einfluß der zusätzlichen Polstreuung sichtbar gemacht und in seinem Ausmaße für Vollast oder für andere Fälle annähernd bestimmt werden.

Der Dreiphasen-Stromrichtermotor und seine Steuerung bei Betrieb als Umkehrmotor.

Von E. Kern, Baden (Schweiz).

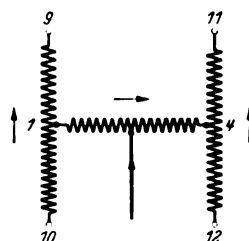
(Schluß von S. 470.)

Die Steuerung.

Diese Schwierigkeit läßt sich nun dadurch umgehen, daß an Stelle der einen, wahlweise auf zwei Betriebszustände umschaltbaren Steuerung zwei Steuersysteme aufgestellt werden, von denen wahlweise nur das eine oder das andere eingesetzt bzw. unwirksam gemacht wird. Von jedem dieser beiden Steuersysteme müssen nun aus der zugeführten Netzwechselspannung und aus der induzierten Motorwechselspannung zwei einander entgegenwirkende gleich große Gleichspannungen erzeugt werden, in gleicher Weise, wie dies oben beschrieben wurde. Diese Schaltung setzt aber voraus, daß nicht nur netzseitig, sondern auch motorseitig zwei Gleichspannungen gleicher Größe, aber entgegengesetzter Richtung erzeugt werden können. Diese Forderung ist gerade beim Stromrichtermotor infolge der aus andern Gründen bedingten Sternschaltung der Arbeitswicklung erfüllt und kommt nun auch der Steuerung in hohem Grade zugute. Hierbei erfolgt also wiederum bei einer gegebenen Drehrichtung die Steuerung des einen Systems entsprechend dem Motorzustand, diejenige des andern Systems aber entsprechend dem Generatorzustand der Maschine. Daraus folgt auch, daß die aus der Netzspannung gleichgerichtete, durch die Steuerung geregelte Gleichspannung des einen Steuersystems gleich groß aber entgegengesetzt gerichtet sein muß, wie die entsprechende Spannung des andern Steuersystems. Genau dasselbe gilt auch für die aus der induzierten Wechselspannung der Maschine durch die beiden Systeme erzeugten Spannungen. Dieses Verfahren der Steuerung, im weiteren „Doppel-Parallelsteuerung“ genannt, soll nachfolgend genauer beschrieben werden. Diese Bezeichnung deutet mit dem Vorwort „Doppel“ die Tatsache an, daß den Gittern Steuerimpulse mit zwei verschiedenen Frequenzen (Netzfrequenz, Motor-Eigenfrequenz) zugeführt werden, während das Vorwort „Parallel“ das zeitliche Nebeneinandergehen der Steuerungen der beiden Systeme kennzeichnen soll. Von den beiden so beschaffenen Steuersystemen arbeitet jederzeit nur das eine, die Umschaltung der Steuerung schließt von vornherein das gleichzeitige Arbeiten der beiden Systeme aus. Mit andern Worten: Die beiden Systeme stehen dauernd in Bereitschaft, aber während das eine arbeitet, ist das andere stromlos. Aus der Feststellung, daß sowohl die Transformatorwicklung als auch die Motorwicklung ausschließlich aus Phasenpaaren mit zwei um 180° verschobenen Phasen besteht, ergibt sich der weitere Schluß, daß die oben eingeführten zwei Systeme nur in der Steuerung, nicht aber in den Transformator- oder Motorwicklungen vorhanden sind. Mit andern Worten: Es sind den beiden Steuersystemen weder besondere Anodengruppen noch besondere Wicklungen des Transformators oder der Maschine eindeutig zugeordnet.

Nun denke man sich die vier Anoden, die gemäß Abb. 6 zu zwei gekoppelten Phasenpaaren des Transformators gehören, in den Ecken eines Quadrates aufgestellt, so daß die Transformatorwicklungen beispielsweise in der Senkrechten, die Wicklungen des Motors in der Waagerechten liegen. Faßt man die neben den Wicklungen eingetragenen Pfeile als die Richtung des Spannungsmittelwertes während einer Stromhalbwellen auf, so ergibt sich aus dem oben Gesagten für die beiden Wicklungsenden, welche bei der gegebenen Richtung der Spannungen gegenüber dem Mittelpunkt o im Spannungs-

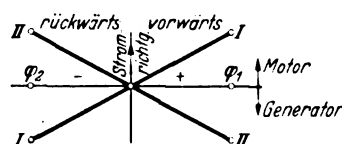
gleichgewicht und also in der Lage sind, Leistung in der einen oder andern Richtung abzugeben, daß diese auf einer Diagonale des Quadrates liegen (9 und 12). Aus dieser Darstellung geht nun die natürliche Gleichwertigkeit der beiden Wicklungsenden 9 und 12 bzw. 10 und 11 auf den ersten Blick hervor. Umgekehrt geht die Stromwendung immer zwischen benachbarten Anoden des Quadrates vor sich. Die Doppel-Parallelsteuerung bewirkt so



1, 4 Klemmen einer Motorphase
9 bis 12 Klemmen der Transformator-Sekundärwicklungen

Abb. 6. Schematische Darstellung der Reihenfolge der Stromwendung.

mit nichts anderes, als die wünschenswerte Ausnutzung der durch die B-Schaltung der Hauptstromkreise schon gegebenen Doppelspurigkeit der im Spannungsgleichgewicht stehenden Wicklungssysteme. Erst die Anwendung dieser Steuerung gestattet die volle Ausnutzung der Eigenschaften des Ventilmotors durch Schaffung eines praktisch stetigen Überganges aus einem beliebigen Betriebszustand in einen beliebigen andern unter Verwendung eines einzigen Stromrichters.



I bis I, II bis II schematischer Spannungsverlauf der zugeführten gleichgerichteten Spannung der Steuersysteme I u. II in Abhängigkeit der Auslage φ des Steuerhebels

Abb. 7. Spannungsdiagramm der Steuerung.

Zur Ergänzung sei in Abb. 7 der Verlauf der von den beiden Steuersystemen I bzw. II aus der Netzwechselspannung erzeugten Gleichspannung in Abhängigkeit der Aussteuerung φ dargestellt. Während die Steuerung den ganzen Steuerbereich von φ_2 bis φ_1 durchläuft, wächst die vom Steuersystem I aus der Netzwechselspannung erzeugte Spannung gemäß der Kurve I von ihrem negativen zum positiven Maximalwert, während die vom System II erzeugte Spannung gleichzeitig vom positiven zum negativen Maximalwert abnimmt. Aus dieser Darstellung geht leicht hervor, daß für jede Änderung der Art des Betriebszustandes, wenn sie mit einer Änderung der Richtung des Drehmomentes verbunden ist, ein Systemwechsel für die Steuerung erforderlich ist und daß umgekehrt jedem Steuersystem eine bestimmte Richtung des Drehmomentes zugeordnet ist. Die Umkehrung der Richtung des Drehmomentes kommt bei diesem Motors nicht durch Änderung der Stromrichtung in der Arbeitswicklung, sondern, bei durch die Ventilwirkung des Stromrichters gegebener eindeutiger Stromrichtung, durch Umkehrung der Spannung bzw. Vertauschen zweier um 180° verschobener Wicklungszustände.

Nun ist zu bedenken, daß die beiden gleichgerichteten und einander entgegenwirkenden EMKE des Transforma-

tors und des Motors im allgemeinen ganz verschiedene Frequenzen haben und somit ihre Momentanwerte im allgemeinen nicht gleich groß sein können. Zur Verminderung der durch diese freien Wechselspannungen entstehenden Ausgleichströme ist eine dreischenkligke Drosselspule in Zickzackschaltung eingebaut, deren grundsätzliche Wirkungsweise als bekannt angenommen werden darf.

Die Schaltung.

Zur praktischen Zusammenfassung der oben gemachten Überlegungen soll im folgenden die Prinzipschaltung eines kommutatorlosen Dreiphasen-Umkehrmotors mit Einhebelsteuerung dargestellt und die Wirkungsweise kurz erläutert werden. In Abb. 8 erfolgt die Steuerung des aus dem Netz 1 über den Transformator 2 gespeisten Stromrichters 19 zur Drehzahlregelung und Um-

stimmten, durch den Arbeitszustand der Maschine festgelegten Lage zum umlaufenden Polrad des Motors steht und also mit der Drehzahl des Motors umläuft. In Rücksicht auf die durch die Reaktanz der Wicklungen bedingte Zündvoreilung bei Motorbetrieb sind die beiden für Vorwärts- und Rückwärtslauf erforderlichen Kontaktsegmente nicht um den Winkel 180° , sondern um einen um die doppelte Zündvoreilung 2β kleineren Winkel gegeneinander verschoben. Bei der erforderlichen Segmentlänge 180° überdecken sich somit die beiden Segmente um den Winkel 2β . Die Umschaltung der Steuerung von einem System auf das andere erfolgt dabei in der Weise, daß drei unmittelbar nebeneinanderliegende Segmente vorgesehen sind, von denen das mittlere als Stammsegment von der Breite 2β mit je einem äußeren Segment zusammen die Kontaktdauer 180° ergibt, wobei dann wahlweise je nach

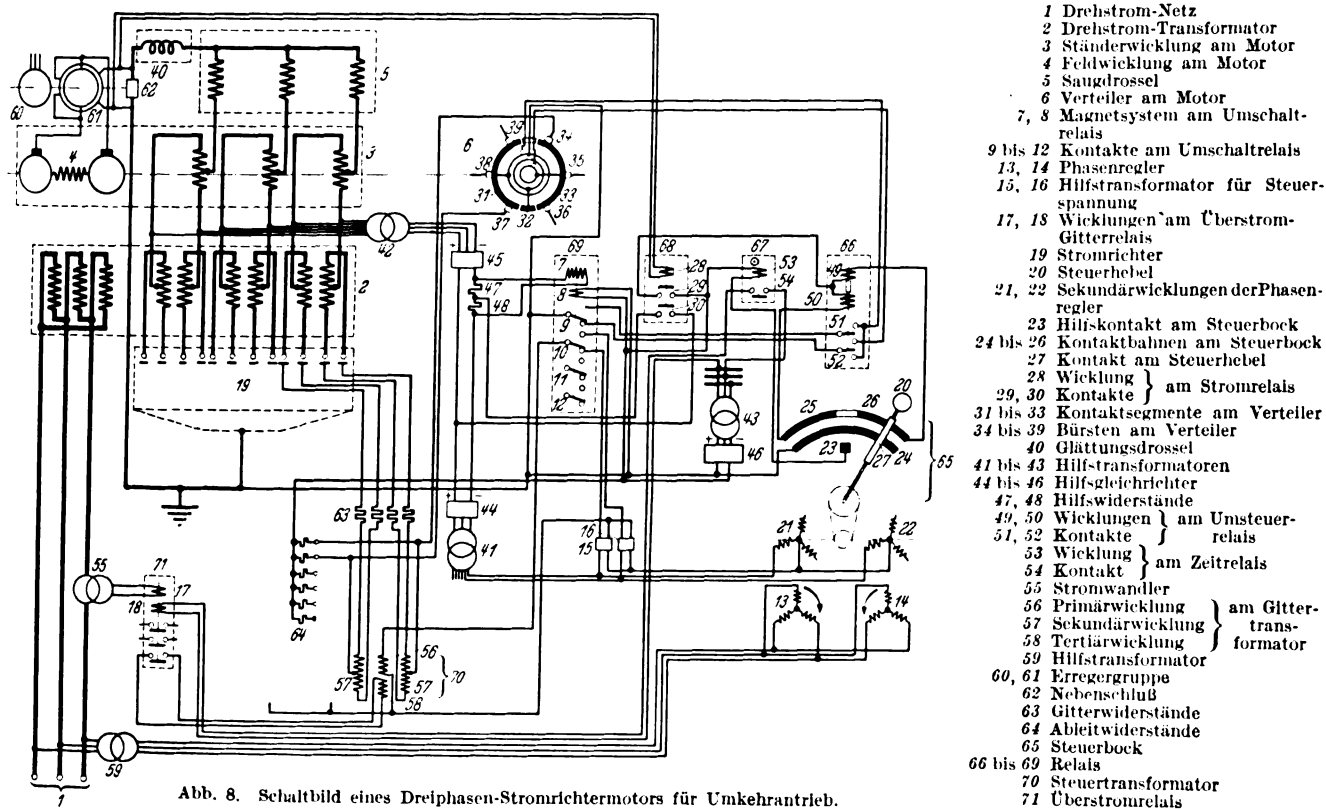


Abb. 8. Schaltbild eines Dreiphasen-Stromrichtermotors für Umkehrantrieb.

- 1 Drehstrom-Netz
- 2 Drehstrom-Transformator
- 3 Ständerwicklung am Motor
- 4 Feldwicklung am Motor
- 5 Saugdrossel
- 6 Verteiler am Motor
- 7, 8 Magnetensystem am Umschaltrelais
- 9 bis 12 Kontakte am Umschaltrelais
- 13, 14 Phasenregler
- 15, 16 Hilfstransformator für Steuerungsspannung
- 17, 18 Wicklungen am Überstrom-Gitterrelais
- 19 Stromrichter
- 20 Steuerhebel
- 21, 22 Sekundärwicklungen der Phasenregler
- 23 Hilfskontakt am Steuerbock
- 24 bis 26 Kontaktbahnen am Steuerbock
- 27 Kontakt am Steuerhebel
- 28 Wicklung } am Stromrelais
- 29, 30 Kontakte }
- 31 bis 33 Kontaktsegmente am Verteiler
- 34 bis 39 Bürsten am Verteiler
- 40 Glättungsdrossel
- 41 bis 43 Hilfstransformatoren
- 44 bis 46 Hilfsgleichrichter
- 47, 48 Hilfswiderstände
- 49, 50 Wicklungen } am Umsteuerrelais
- 51, 52 Kontakte }
- 53 Wicklung } am Zeitrelais
- 54 Kontakt }
- 55 Stromwandler
- 56 Primärwicklung } am Gittertransformator
- 57 Sekundärwicklung }
- 58 Tertiärwicklung }
- 59 Hilfstransformator
- 60, 61 Erregergruppe
- 62 Nebenschluß
- 63 Gitterwiderstände
- 64 Ableitwiderstände
- 65 Steuerbock
- 66 bis 69 Relais
- 70 Steuertransformator
- 71 Überstromrelais

kehrung durch den Steuerhebel 20. Mit diesem letzteren sind einmal die Sekundärteile 21, 22 der beiden Drehtransformatoren verbunden, welche die für die Steuerung der beiden Systeme erforderliche Vor- bzw. Rückwärtsverschiebung der Gitterspannungen bewirken. In der Nulllage des Steuerhebels sind die von den beiden Drehtransformatoren sekundär abgegebenen Spannungen in Phase, und zwar so, daß die Steuerungsspannung um 90° gegenüber der Anodenspannung nacheilt. Beim Verstellen des Steuerhebels werden die beiden Steuerungsspannungen im Sinne der obigen Erläuterungen um gleiche Beträge, aber in entgegengesetzter Richtung, verschoben. Die auf diese Weise gewonnenen Spannungen werden nun zu den Steuertransformatoren 70 über eine Einrichtung 15, 16 geführt, welche die vom Netz gelieferte praktisch sinusförmige Spannung in die für die Gittersteuerung günstigere Rechteckform bringt, auf welche Einrichtung aber hier nicht eingegangen werden kann. Die Zuleitung zu den Sekundärwicklungen 57 der Steuertransformatoren 70 wird über den Verteiler 6 geführt, welcher die Umschaltung des Arbeitsstromes in den Ständerwicklungen des Motors bewirkt, derart, daß in der oben geschilderten Weise der Strombelag der Ständerwicklung im Mittel in einer be-

dem Betriebszustand nur das eine oder andere der äußeren Segmente mit dem mittleren über Umschalter 9, 51, 52 verbunden wird und so die Lage des Steuerimpulses je nach dem Arbeitszustand der Maschine festlegt. Die Umschaltung erfolgt dabei in Abhängigkeit sowohl von der Drehrichtung als auch von der Energierichtung der Maschine durch zwei Relais 66, 69. Die Magnetspule 7 dieses Relais wird von der Differenz der dem Motor zugeführten gleichgerichteten und der vom Motor induzierten gleichgerichteten Spannung erregt und bewirkt die Umschaltung dann, wenn die erstere größer bzw. kleiner als die letztere wird. Das Überstromrelais 71 erzwingt im Falle einer Rückzündung oder eines Kurzschlusses innerhalb einer Periode der speisenden Wechselspannung die völlige Löschung des Lichtbogens im Stromrichter, wodurch jegliche Auslösung eines Schalters überflüssig und also eine derartige Störung nach außen überhaupt nicht sichtbar wird. Diese Tatsache ist dann als wichtiger Vorteil zu bewerten, wenn auch die kürzeste Unterbrechung der Stromzufuhr zum Motor Betriebsstörungen zur Folge haben kann. In dieser Beziehung unterscheidet sich der Dreiphasen-Stromrichtermotor grundsätzlich von dem über Stromrichter gespeisten Gleichstrom-Kommutator-

motor, bei welchem im Falle einer Rückzündung im Stromrichter zur Unterbrechung des Rückstromes aus dem Motor unter allen Umständen die Verbindung zwischen Motor und Stromrichter unterbrochen werden muß.

Dieses unterschiedliche Verhalten des Stromrichtermotors kommt dadurch zustande, daß nicht nur im Normalbetrieb, sondern auch bei Rückzündung alle im System auftretenden Ströme periodisch auf den Wert Null fallen und dadurch der Sperrung durch die Gittersteuerung allein zugänglich sind.

Zum bessern Verständnis sollen die wesentlichen Vorgänge bei der Umkehrung der Drehrichtung und bei der Umkehrung der Energierichtung noch eingehender beleuchtet werden.

Die Steuerung ist so gebaut, daß durch Auslegen des Steuerhebels 20 in der einen oder andern Richtung aus der Mittellage der Motor in der einen oder andern Richtung anläuft, wobei die vom Motor aufgenommene Drehzahl mit wachsender Auslage des Steuerhebels wächst. Eine Zurücknahme des Steuerhebels gegen die Mittellage zu bewirkt den automatischen Übergang des Motors in den Bremszustand, wobei die Bremsleistung in das Dreiphasennetz zurückgeschickt wird.

Es sei angenommen, der Steuerhebel 20 wäre aus der Mittellage nach rechts ausgelegt. Dadurch wird die Spule 49 des Umsteuerrelais erregt und damit der Kontakt 9 am Umschaltrelais über den Kontakt 52 am Umsteuerrelais mit dem rechten Segment 33 am Verteiler 6 verbunden. Damit ist nun auch die Drehrichtung des Motors festgelegt, welche im gezeichneten Fall mit dem Uhrzeigersinn und der Auslage des Steuerhebels übereinstimmt. Der Motor läuft somit im Uhrzeigersinne an und erreicht eine der Auslage des Steuerhebels 20 entsprechende Drehzahl. Soll nun der Motor aus der gegebenen Drehzahl auf eine geringere Geschwindigkeit abgebremst werden, so muß der Steuerhebel 20 gegen die Mittellage zu bewegt werden. Dadurch wird die dem Motor zugeführte Gleichspannung vermindert. Eine dieser Gleichspannung proportionale Spannung wird nun durch den von den Sekundärteilen der Phasenregler 21, 22 gespeisten Transformator 41 und den Hilfsgleichrichter 44 erzeugt, während eine im gleichen Verhältnis zur Motorspannung stehende Hilfsgleichspannung vom Transformator 42 und dem Hilfsgleichrichter 45 erzeugt wird. Diese beiden Spannungen sind nun über die Wicklung 7 des Umschaltrelais einander entgegengeschaltet, so daß diese Wicklung 7 je nach dem Überwiegen der einen oder andern Spannung einen Strom in der einen oder andern Richtung führt. Muß der Motor bis zum Stillstand abgebremst werden, so muß infolge der inneren Spannungsabfälle der Steuerhebel 20 über die Mittellage hinaus nach links gezogen werden. Dadurch wird die dem Motor vom Netz zugeführte Spannung kleiner als die Eigenspannung des Motors. Infolgedessen kehrt sich die Stromrichtung in der Wicklung 7 des Umschaltrelais um, wodurch der Kontakt 9 an diesem Relais nun statt mit dem Sektor 33 am Verteiler mit dessen Sektor 31 verbunden wird. Damit geht der Motor in den Bremszustand über, indem gleichzeitig durch die Umschaltung der Kontakte 10, 11, 12 am Umschaltrelais die dem Motor zugeführte Gleichspannung umgekehrt wird. Das Umsteuerrelais 66 bleibt dabei in seiner ursprünglichen Lage, weil das Stromrelais 68 durch Unterbrechung des Kontaktes 29 die Umschaltung des Umsteuerrelais vom Kontakt 25 am Steuerbock aus verhindert. Solange daher der Steuerhebel 20 den Sektor 25 am Steuerbock berührt und das Relais 68 angezogen bleibt, wird der Motor andauernd gebremst und kehrt nach dem Stillstand seine Drehrichtung um, um in der andern Richtung als Motor weiterzulaufen. Bei dem damit verbundenen erneuten Wechsel der Energierichtung wird nun auch die erneute Umschaltung des Umschaltrelais 69 ebenfalls durch das Relais 68 verhindert, und zwar so lange, bis der Motor aus irgendeinem Grunde in den Leerlauf übergeht.

Wird hingegen der Steuerhebel 20 bei stillstehendem Motor aus der Mittellage nach links ausgelegt, so wird durch Umschalten des Umsteuerrelais 66 bei stromlosem Relais 68 die Richtung des Drehmomentes am Motor gegenüber dem oben beschriebenen Vorgang durch Vertauschen der Verbindungen zwischen den Sektoren 33 und 31 am Verteiler umgekehrt, so daß hierbei der Motor im Gegensinne des Uhrzeigers anläuft. Bleibt der Steuerhebel während längerer Zeit in der Mittellage, so wird über den Kontakt 23 und das Zeitrelais 67 der Stromrichter 19 durch Unterdrückung der positiven Steuerimpulse gesperrt und der Motor damit stromlos.

Die Primärwicklungen 13, 14 der beiden Phasenregler sind dabei mit zwei vertauschten Phasen an den Hilfsttransformator 59 angeschlossen, so daß ihre Drehfelder im Gegensinne umlaufen. Dadurch wird in den Sekundärwicklungen 21, 22 bei einer Verdrehung im selben Sinne die Phasenlage in der einen Wicklung vorwärts, diejenige in der andern Wicklung rückwärts verschoben.

Zur Sicherung einer einwandfreien Kommutierung am Stromrichtermotor ist es notwendig, daß der Zündpunkt in bezug auf die Maschinenspannung um einen gewissen Winkel zeitlich vorgeschoben wird. Dies bedeutet in bezug auf die MMK des magnetischen Kreises der Maschine eine Rückwirkung der Ständerwicklung im Sinne einer Gegenmagnetisierung der Maschine, wodurch der wirksame magnetische Fluß vermindert wird. Da andererseits die Drehzahl der Maschine bei gegebener Spannung umgekehrt proportional mit dem wirksamen magnetischen Fluß ist, ergibt sich hieraus, daß eine Schwächung des magnetischen Feldes mit zunehmender Belastung eine Erhöhung der Drehzahl zur Folge hat. Mit zunehmender Zündvoreilung muß daher diese Zunahme der Drehzahl mit der Belastung immer ausgeprägter auftreten, und es ist daher zu erwarten, daß dieses Verhalten der Maschine den allgemeinen Anforderungen an einen solchen Betrieb nicht entspricht. Dieser Tatsache kann am einfachsten dadurch begegnet werden, daß ebenfalls die Erregung des Polrades selbst belastungsabhängig gestaltet wird, in dem Sinne, daß die Erregung bei abnehmender Belastung geschwächt wird, wodurch die Leerlaufdrehzahl mit der Vollastdrehzahl in das gewünschte Verhältnis gebracht werden kann. Dies läßt sich dadurch erreichen, daß entweder der für die Erregung des Motors dienende Gleichstromgenerator neben einer konstanten Grundspannung eine vom Kathodenstrom des Stromrichters abhängige Zusatzspannung abgibt, indem ein Teil dieses Stromes über eine Kompoundwicklung des Generators geführt wird, oder aber auf einfachere Weise, indem der Kathodenstrom des Stromrichters unmittelbar in die Feldwicklung des Läufers geführt, der Motor somit als Reihenschlußmotor gebaut wird. Die erstere Lösung ist in Pos. 61 und 62 des Schaltbildes angedeutet (Abb. 8).

Bei Rückzündung oder Fehlzündung im Stromrichter wird durch Überstrom im Stromwandler 55 das Überstrom-Gitterrelais 71 ansprechen und durch Unterdrücken der positiven Steuerimpulse den Stromrichter löschen.

Beim Anfahren des Motors nimmt dieser in gleicher Weise wie bei den bekannten über Stromrichter erfolgreichen Anlaufvorgängen aus dem Primärnetz einen großen Blindstrom auf. Dieser ergibt sich unmittelbar aus der Proportionalität des Netzstromes mit dem geforderten Drehmoment. Um diesen Blindstrom vom Netz fernzuhalten, ist es vorteilhaft, wenn in möglichstster Nähe des Stromrichtermotors eine synchron laufende Synchronmaschine mit irgendwelcher Funktion aufgestellt werden kann, welche auf konstante Spannung geregelt wird und auf diese Weise die Lieferung des Hauptteils der Blindleistung übernimmt. Diese Entlastung des Netzes vom Blindstrom tritt dann um so mehr ein, je höher die Netzimpedanz im Verhältnis zur Synchronimpedanz der Synchronmaschine gemacht wird, und kann gemäß Abb. 9 durch zusätzliche Drosselspulen im Netz noch verbessert werden. Auf diese Weise kann die durch Stromrichter

bei Anlaßvorgängen aus dem speisenden Netz bezogene Blindleistung in annehmbaren Grenzen gehalten werden. Durch die Konstanzhaltung der Spannung an den Klemmen des Stromrichtermotors wird sodann auch die mit Spannungsschwankungen im Drehstromnetz verbundene Kippgefahr der Maschine wesentlich herabgesetzt.

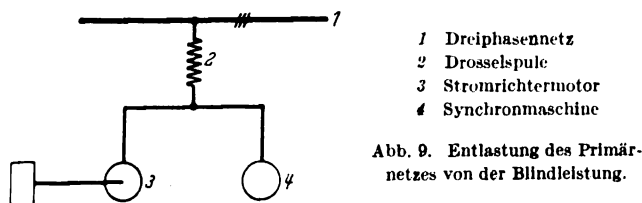


Abb. 9. Entlastung des Primärnetzes von der Blindleistung.

Die Frequenz der in den Wicklungen des Stromrichtermotors induzierten Wechselspannungen ist der Polzahl und der Drehzahl der Maschine proportional. Auch in bezug auf diese Spannung verhält sich der Motor wie eine normale Synchronmaschine und ist als solche imstande, auch Blindleistung abzugeben. Die Maschine kann daher bei Betrieb als Motor auf ein sekundäres Mehrphasennetz sowohl Wirkleistung wie auch Blindleistung abgeben, wobei die Wirkleistung aus dem die Maschine speisenden Primärnetz, die Blindleistung aber aus der Maschine selbst stammt. Die oben beschriebene Maschine ist somit in der Lage, über einen Transformator und einen Stromrichter Wirkleistung aus einem Mehrphasennetz beliebiger konstanter oder veränderlicher Frequenz aufzunehmen und diese Wirkleistung unter gleichzeitiger Abgabe von Blindleistung mit beliebiger konstanter oder veränderlicher Frequenz wieder abzugeben. Die

Maschine stellt in dieser Form einen „Einanker-Umrichter“ dar. Als solche löst sie beispielsweise das Problem, eine beliebig große Schar von Asynchron- oder Synchronmotoren vom Stillstand aus anzufahren und deren Drehzahl dauernd und gemeinsam nach einem beliebigen Plan zu regeln, wobei die Maschine selbst neben ihrer Arbeit als Umformer auf Wunsch ebenfalls mechanische Leistung abzugeben vermag. Eine derartige Maschine kann auch als vollkommen elastische Kopplung zweier Drehstromnetze beliebiger Frequenz dienen, wobei sie gegenüber der rein statischen Kopplung durch einen Stromrichter¹⁾ den u. U. willkommenen Vorteil bietet, in das sekundäre Drehstromnetz nachteilige Blindleistung abgeben zu können.

Zusammenfassung.

Aus den oben gemachten Überlegungen geht hervor, daß es tatsächlich möglich ist, eine Synchronmaschine aus einem Drehstromnetz über einen Transformator und Stromrichter mit zwölf Anoden derart zu steuern, daß der Motor hinsichtlich Drehrichtung und Drehzahl den Bewegungen eines Steuerhebels nach Art der bei Fördermaschinen bekannten Einhebelsteuerung eindeutig folgt. Gegenüber der heute aufkommenden Schaltung unter Verwendung von normalen Gleichstrommotoren und zwei in Kreuzschaltung angeordneten Stromrichtern ergibt die beschriebene Einrichtung bei etwas vermindertem Wirkungsgrad den Vorteil der Einsparung eines Stromrichters, des Gleichstromschalters und des Kommutators am Motor, wozu noch der weitere Vorteil der störungsfreien Löschung von Rückzündungen am Stromrichter durch die Gittersteuerung sich gesellt.

¹⁾ Brown Boveri Mitt. 21 (1934) S. 214.

Scherbius-Regelung mit Gleichlaufeinrichtung für Walzwerksantriebe.

Von Hellmut Bauer, Mannheim.

621. 34 : 621. 94

Übersicht. Es war bisher nicht bekannt, daß Scherbius-Regelsätze in Gleichlauf gebracht werden können. Der Aufsatz beschreibt zwei Anlagen, die erfolgreich mit einer Gleichlaufeinrichtung versehen wurden.

Häufig tritt in Walzwerken die Frage auf, wie bestehende Anlagen durch Umbau in ihrer Leistungsfähigkeit gesteigert werden können. Dies trifft in erhöhtem Maße für Streifen- oder Bandwalzwerke zu, da ihre Erzeugnisse in großem Umfang für die verschiedensten Zwecke der Industrie gebraucht werden. Vor einer derartigen Frage stand auch vor einiger Zeit ein bekanntes Hüttenwerk an der Saar, bei dem eine 500er Trio-Bandeisenstraße ausgebaut werden sollte. Es handelte sich im wesentlichen darum, vor eine vorhandene Mittelleisenstraße mit einem Drehstrom-Antriebsmotor, der durch einen Scherbius-Regelsatz über- und untersynchron geregelt wird, zwei Fertiggerüste vorzubauen, um Band-eisen mit einer hohen Austrittsgeschwindigkeit bis rd. 20 m/s auszuwalzen. Der Antriebsmotor der Mittelstraße hat eine Dauerleistung von 950 kW bei 250 U/min und ist über- und untersynchron von 200 bis 300 U/min regelbar. Mit Rücksicht auf die auftretenden Belastungsstöße arbeitet er mit Schwungradunterstützung. Der Abstand der Fertiggerüste von diesem Walzwerk ist gering, so daß eine Gleichlaufeinrichtung für beide Antriebe eingerichtet werden mußte. Bei der hohen Walzgeschwindigkeit bringen schon Drehzahlunterschiede von wenigen Prozent es mit sich, daß das Walzgut entweder stark gezerrt und dadurch unbrauchbar wird, oder aber sich eine Schlinge von solcher Höhe bildet, daß der Walzvor-gang unterbrochen wird.

Damals tauchte die Frage auf, beide Antriebe mit regelbaren Gleichstrommotoren auszuführen, die durch gittergesteuerte Gleichrichter und mit besonderer Gleichlaufeinrichtung arbeiten sollten. Die Kosten für den Ersatz des vorhandenen regelbaren Antriebes der Mittel-

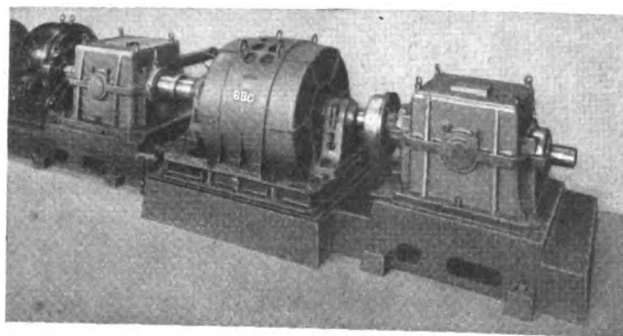


Abb. 1. 810/1620 kW-Antriebsmotor mit Getrieben zum Antrieb der Fertiggerüste.

straße, der einwandfrei betriebsfähig ist, und die Kosten eines neuen Antriebes für die Fertiggerüste sowie der erforderlichen Gleichrichter lagen naturgemäß hoch, so daß ein Weg gesucht wurde, um diese Anschaffung zu vermeiden. Dabei sollte der Umbau so durchgeführt werden, daß die Walzwerksanlage nur möglichst kurze Zeit stillsteht.

An dem Antrieb der Mittelleisenstraße konnte also nichts geändert werden. Deshalb wurde zum ersten Male

für die beiden Fertigerüste ein Drehstromantrieb aufgestellt, der mit einem getrennten Scherbius-Regelsatz über- und untersynchron stufenlos von 600 bis 900 U/min bei einer Motorleistung von 810 kW geregelt wird.

Abb. 1 zeigt den Antriebsmotor, der mit Kegelrädern die beiden Walzgerüste antreibt. Die Drehzahl muß in

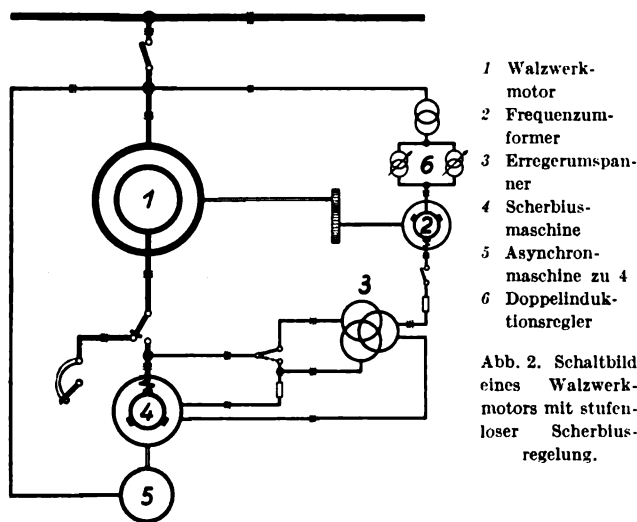


Abb. 2. Schaltbild eines Walzwerksmotors mit stufenloser Scherbiusregelung.

Abhängigkeit des Drehzahlabfalles des Mittelstraßenantriebes geregelt werden, mithin kam nur eine stufenlose Drehzahlregelung mit Gleichlaufeinrichtung in Frage.

Abb. 2 zeigt das Grundsichtbild einer derartigen Anlage. Diese besteht aus dem Hauptantriebsmotor 1,

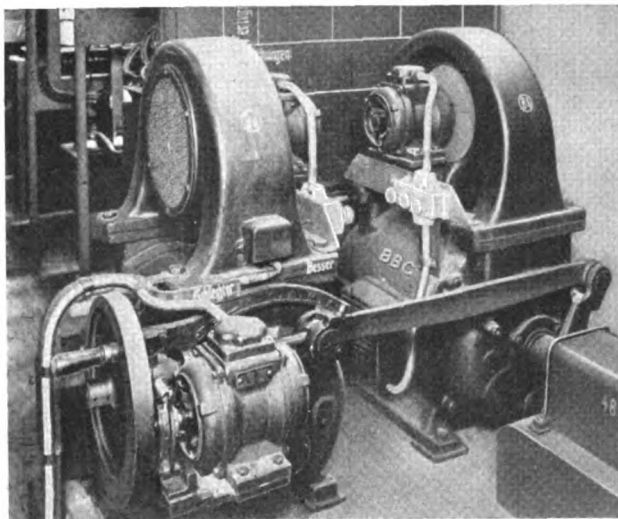


Abb. 3. Doppelinduktionsregler.

dem vom Hauptmotor angetriebenen Frequenzumformer 2, der über einen Erregertransformator 3 die Erregung der Scherbiusmaschine 4 liefert. 5 ist die Asynchronmaschine der Scherbiusmaschine, die auf das Netz zurückarbeitet, sobald die Schlupfleistung entsprechend groß geworden ist.

Die stufenlose Regelung erfolgt durch Änderung der dem Frequenzumformer 2 zugeführten Spannung, mit Hilfe der beiden Doppelinduktionsregler 6, die primär parallel und sekundär in Reihe geschaltet sind. Jeder der beiden Doppelinduktionsregler gibt sekundär eine stetig regelbare Spannungskomponente unveränderter Phasenlage, und zwar sind die Doppelinduktionsregler derart angeordnet, daß beide obenerwähnten Spannungskomponenten senkrecht aufeinanderstehen. Die Spannungskompo-

nente des einen Doppelinduktionsreglers beeinflusst im wesentlichen die Drehzahl, die Spannungskomponente des anderen Doppelinduktionsreglers im wesentlichen den Leistungsfaktor des Hauptasynchronmotors.

Abb. 3 zeigt einen Doppelinduktionsregler, dessen Hälften mechanisch und elektrisch gekuppelt sind. Der Frequenzumformer wurde als kompensierte Maschine ausgeführt, so daß die Doppelinduktionsregler nur den Magnetisierungsstrom des Frequenzumformers zu liefern haben, der über ein Getriebe vom Hauptmotor angetrieben wird, d.h. über das zweite Kegelradgetriebe. Der die Drehzahl regelnde Doppelinduktionsregler wird mit einem Öldruck-Steuerkolben gesteuert. Für die Gleichlaufregelung gelten allgemein folgende Gesichtspunkte: hintereinander gestellte Walzgerüste ermög-

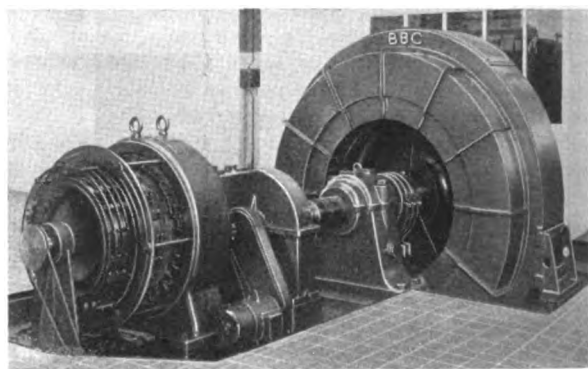


Abb. 4. 955/1910 kW-Walzwerksmotor mit angebautelem Frequenzumformer zur Regelung der Drehzahl von 333 bis 260 U/min und am Sockel angebautelem Geber für die Gleichlaufregelung.

lichen einen durchlaufenden Betrieb des Walzgutes, so daß in kürzester Zeit mit geringsten Wärmeverlusten ein sehr genaues und einwandfreies Walzgut erzielt wird. Die Drehzahlen der einzelnen Walzgerüste nehmen entsprechend der Verlängerung des Walzgutes zu. Je nach Stärke und Breite des Bandes werden die Walzgeschwindigkeiten und damit die Drehzahlen der Antriebsmotoren eingestellt. Die Walzgutabnahme durch die Walzen muß entsprechend den Abmessungen der Bänder eingestellt werden. Eine selbsttätige Regeleinrichtung soll die Antriebsmotoren in dem sich ergebenden Drehzahlverhältnis halten, damit sich die Drehzahlsschwankung eines Motors stets auf alle anderen Antriebe auswirkt und damit schädliche Zugbeanspruchungen des Bandes und andererseits eine zu große Schlingenbildung vermieden werden. Da die Gerüste nur wenige Meter auseinanderstehen und die Durchlaufzeit des Walzgutes meist weniger als 1 min beträgt, muß bei der hohen Durchlaufgeschwindigkeit die Gleichlaufeinrichtung sehr schnell auf die Motordrehzahl einwirken.

Um einen solchen Gleichlauf im vorliegenden Falle zu erreichen, wurden sowohl an dem vorhandenen 950 kW-Motor der Mittelstraße, als auch an dem neu erstellten 810 kW-Motor für die beiden Fertigerüste kleine Synchrongeneratoren angebaut, die der Drehzahl der Hauptmotoren proportionale Frequenzen erzeugen. Die beiden Frequenzen werden in einem Zugregler verglichen, der bei Abweichungen vom verlangten Drehzahlverhältnis über Kontaktvorrichtungen auf den Öldruck-Steuerkolben des drehzahlregelnden Doppelinduktionsreglers so lange einwirkt, bis der Gleichlauf wieder hergestellt ist. Da das Drehzahlverhältnis der Hauptmotoren verschieden eingestellt werden muß, muß einer der beiden kleinen Synchrongeneratoren über ein stufenlos regelbares Getriebe angetrieben werden, damit die Synchrongeneratoren auch bei verschiedenem Drehzahlverhältnis auf gleiche Frequenz gebracht werden können.

Auf einer Schalttafel ist der Zugregler für die Drehzahlregelung angebracht. Durch eine Kontaktvorrichtung kann die Drehzahlregelung des Regelsatzes zunächst durch Handeinstellung erfolgen und dann wird auf selbsttätige Regelung zum Zwecke des Gleichlaufes umgeschaltet. Wegen der geringen magnetischen Trägheit der Scherbiusregelsätze arbeitet die Gleichlaufeinrichtung auch bei der hohen Walzgeschwindigkeit genügend schnell, um die sich bildende Schlinge des Bandesens auszuregeln. Eine Drehzahländerung von 40 U/min wird in etwa $\frac{1}{2}$ s bewerkstelligt. Durch ein Phasenrelais wird der Leistungsfaktor des Hauptmotors durch Verstellung des zugehörigen Doppelinduktionsreglers in Abhängigkeit seiner Belastung verbessert, damit die Anlage praktisch mit Leistungsfaktor 1 arbeitet.

Ein weiteres Bandisenwalzwerk kam bei einem westdeutschen Walzwerk in Betrieb.

Abb. 4 zeigt den Hauptmotor für 955 kW Dauerleistung, 1910 kW Höchstleistung, bei 333 bis 260 U/min regelbar, gekuppelt mit einem Frequenzumformer, der vorn den angebauten Synchrongenerator für die Gleichlaufeinrichtung hat. Obwohl die Schaltung eines derartigen Scherbiusregelsatzes theoretisch gewisse Schwierigkeiten bietet und der Bau der Maschinen langjährige Erfahrungen erfordert, hat es sich doch gezeigt, daß solche Anlagen sehr einfach zu bedienen und unbedingt betriebssicher sind. Die Ingangsetzung einer derartigen Anlage spielt sich wie folgt ab: der Asynchronantriebsmotor des Scherbiusregelsatzes wird eingeschaltet, was nur möglich ist, wenn der Drehzahlregler in der Nullstellung steht. Alsdann wird der Walzwerksmotor wie üblich angelassen, und nun wird mit dem in der Schalttafel eingebauten Läuferumschalter der Läufer vom Hauptmotor auf den laufenden Regelsatz umgeschaltet. Nun kann die gewünschte Drehzahl ohne weiteres eingestellt werden.

Bei dieser Anlage war es erforderlich, einen Gleichlauf mit einem 1840 kW-Walzwerksmotor bei 125 U/min zu erreichen.

Abb. 5 zeigt den kleinen Synchrongenerator, der über ein stufenlos regelbares Getriebe von der Welle des Motors angetrieben wird. Das Getriebe hat elektrische

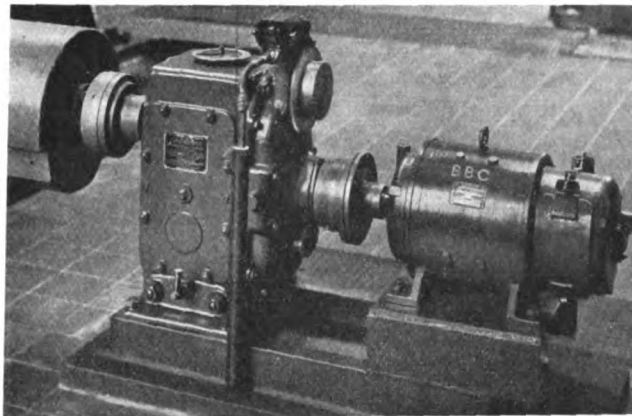


Abb. 5. Drehzahlgeber mit stufenlos regelbarem Getriebe für die Gleichlaufregelung des 1840 kW-Walzwerksmotors.

Fernverstellung, so daß das GleichlaufEinstellen der beiden Motoren sehr schnell erfolgen kann.

Zusammenfassung.

Walzwerksantriebe mit Scherbiusregelsätzen können einwandfrei in Gleichlauf gebracht werden, was durch eine stufenlose über- und untersynchrone Drehzahlregelung möglich wurde, die zum ersten Male für derartige Zwecke zur Anwendung kam. Die Betriebsergebnisse sind voll befriedigend und ermöglichen es, in wirtschaftlicher Weise derartige Antriebsfragen zu lösen.

Ältere und neuere Versuche betreffend Transformatorensulen aus Hartpapier.

Von K. Fischer VDE, Köln.

Übersicht. Als Vorbereitung zu der während der Kölner Tagung des VDE vorgesehenen Besichtigung der Hochspannung-Gesellschaft Fischer & Co., Köln-Zollstock, wird nachstehend über die an dieser Stätte geleistete Entwicklungsarbeit für den Transformatorenbau, besonders für hohe Spannungen, kurz berichtet.

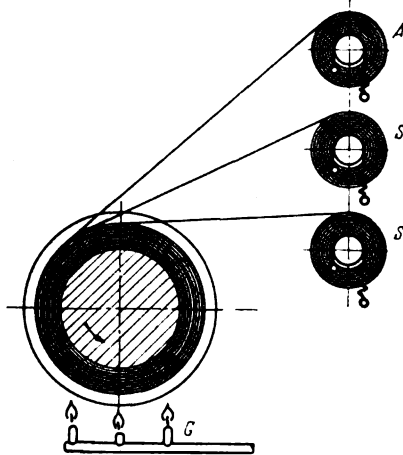
Neue technologische Errungenschaften auf einem Fachgebiet der Technik pflegen Anregungen zu geben, den neuen Werkstoff oder das neue Arbeitsverfahren auch auf anderen Gebieten zu erproben. Die Aussichten sind dann immer besonders groß, wenn das Neugefundene eine Möglichkeit zur Verwirklichung älterer theoretischer Erkenntnisse gibt. Eine besonders starke Anregung hat der Transformatorenbau im ersten Jahrzehnt dieses Jahrhunderts durch die Einführung des Hartpapiers erfahren. Das Hartpapier wurde ursprünglich nicht in der heute üblichen Form unter Verwendung von Kunstharz hergestellt, sondern es wurde mit Schellack gebunden, der in Alkohol gelöst war. Für Öltransformatoren konnte dieser Baustoff im allgemeinen nicht verwendet werden, weil sich der Schellack natürlich im Öl langsam auflöste.

Um diese Zeit setzten die ersten Versuche ein, unter Verwendung von Papier und Schellack Kondensatoren zu bauen¹⁾. Die Versuche führten auch zu einem Erfolg, und

vielen älteren Fachleuten werden die damaligen plattenförmigen Hochspannungskondensatoren noch in Erinnerung sein. Das hier verwendete Arbeitsverfahren, nämlich die Verbindung von Metallfolie mit Papier, das mit Schellack überzogen war, gab mir damals auch Anregung zur Konstruktion von Flachbandspulen. Ich ging von der Überlegung aus, daß sich eine aus flachen, blanken Bändern gewickelte Spule in bezug auf scharfe Spannungsbeanspruchungen günstiger verhalten müßte als eine aus Runddrähten gewickelte Spule, denn eine Flachbandspule stellt in elektrischer Hinsicht ein viel einfacheres Gebilde dar. In stationärem Zustande ist die Spannungsverteilung der spiralig ansteigenden Windungszahl proportional, und infolge der hohen Windungskapazität bleibt das Bild auch für sehr steile Spannungssprünge fast unverändert. Daher wurden Versuche gemacht, mit einer Maschine gemäß Abb. 1 Flachbandspulen zu bauen. Aluminiumfolie (A) wurde in endlosen Rollen mit einer Breite von 15 mm und einer Dicke von 0,02 mm gemeinsam mit zwei Rollen Papier (S) von 25 mm Breite aufgespannt und unter leichter Bremsung auf einen Dorn aufgewickelt, so daß also zwischen je zwei Windungen zwei Lagen Papier übereinander lagen. Die Anlaufstelle wurde von unten her erwärmt, damit der Schellack weich wurde. Die Spulen hatten 600 Windungen und dabei verhältnismäßig geringe Abmessungen.

¹⁾ ETZ 30 (1909) S. 601.

Diese Spulen wurden damals bei der Firma Meirowsky & Co. AG., Porz, zur Herstellung einer Prüf-anlage benutzt, die insofern Interesse verdient, als sie als die erste Stufenschaltung bezeichnet werden kann. Da eine Photographie der ausgeführten Anlage nicht mehr aufzufinden ist, gebe ich in Abb. 2 eine Prinzipskizze aus dem Jahre 1911 wieder.



A Aluminiumfolie S Schellackpapier G Gasbrenner

Abb. 1. Einrichtung zur Herstellung von Hartpapier-Bandspulen.

Es wurden drei Eisenkörper verwendet, von denen jeder folgende gegenüber dem vorhergehenden durch isolierende Stützen getrennt ist. Jeder Eisenkörper wurde mit 24 Spulen in der vorher beschriebenen Art ausgerüstet. Während der Herstellung der Anlage zeigte sich, daß das Übereinanderstellen der Kerne mit Rücksicht auf

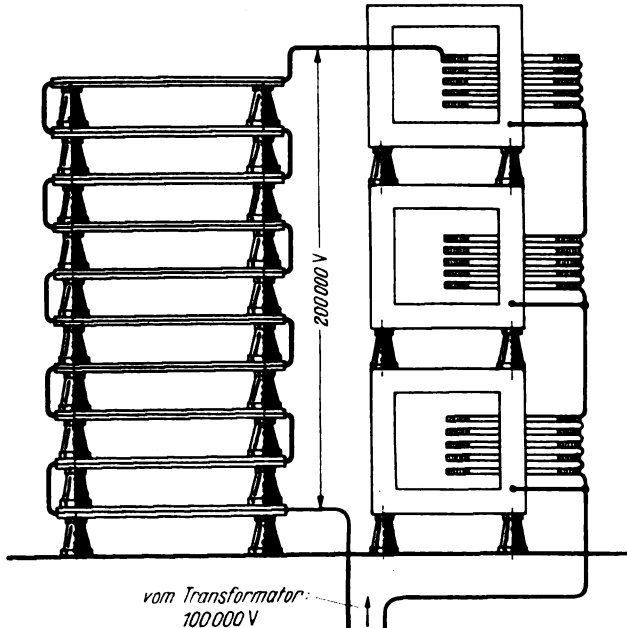


Abb. 2. Stufenschaltung von Drosselspulen und Erregung durch Kondensatoren (1911).

die Bodenbelastung untunlich war, infolgedessen wurden die Kerne nebeneinander gestellt, d. h. der zweite wurde vom Boden mit besonderen Hartpapierstützen isoliert. Die Kerne mit den Spulen waren kurz vor Beginn des Krieges fertig. Die Vollendung der Anlage verzögerte sich aber stark infolge des Krieges, und es mußten damals andere Wege eingeschlagen werden, um überhaupt zu einem Ziel zu kommen. Die bereits fertiggestellten Spulen wurden nämlich unter Zuhilfenahme einer parallel geschalteten Kondensatorenbatterie erregt. So wurde die Spannung

eines vorhandenen 100 000 V-Transformators auf etwa 200 000 V in einer Resonanzschaltung erhöht. Die Entladungen erfolgten gewöhnlich über eine Funkenstrecke und waren naturgemäß sehr scharf. Immerhin wurden mit dieser primitiven Anlage zahlreiche interessante Versuche durchgeführt. Später wurden die Eisenkerne mit den Spulen zum Teil noch als Einzeltransformatoren für kleinere Spannungen verwendet, bis sie schließlich abgebaut wurden.

Die Lehre, die gezogen werden konnte, war die, daß die Flachbandspulen eine außerordentliche Widerstandsfähigkeit gegen Spannungssprünge besitzen. Selbstverständlich sind derartig eingebettete Bänder auch unbedingt kurzschlußfest. Die einzige Schwierigkeit lag darin, daß die Spulen breiter sein müssen als der Leiterwerkstoff, damit nicht etwa ein Durchschlag in axialer Richtung erfolgt. Außerdem war zu beachten, daß schon bei diesen dünnen Aluminiumbändern am Rande schmale Papierstreifen mit einlaufen mußten, damit die ganze Spule ihre Form beibehielt. Je dicker der Leiter ist, um so schwieriger gestaltet sich dieser Beilauf. Die Einführung des mit Kunstharz gebundenen Hartpapiers gab aber dem Transformatorenbau so viele andere Möglichkeiten, daß von weiteren Versuchen zur Herstellung von solchen Flachbandspulen abgesehen wurde.

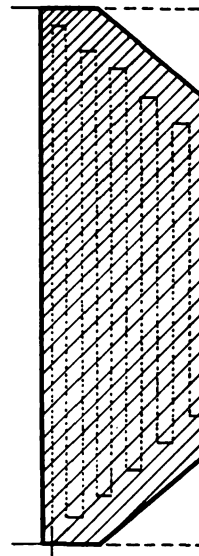


Abb. 3. Schnitt durch eine Klotzspule.

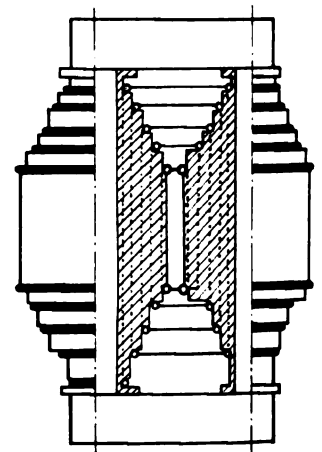


Abb. 4. Klotzwicklungstransformator mit Reihenschaltung der Lagen auf den beiden Schenkeln.

Das Verfahren wurde von mir vor einigen Jahren wieder aufgegriffen, als mehr und mehr die Aufgabe gestellt wurde, leichte und billige, aber trotzdem zuverlässige Transformatoren für hohe Spannungen und kleine Leistungen zu bauen. Dazu waren einige grundsätzliche Änderungen notwendig. Vor allen Dingen mußte die Windungszahl erheblich vergrößert werden, und daher wurden die Bänder durch gewickelte Drahtlagen ersetzt. Dabei mußten aber jetzt zwei Arbeitsvorgänge nacheinander vollzogen werden; der erste besteht in der Herstellung einer Hartpapierschicht von solcher Dicke, daß die nunmehr viel höhere Lagenspannung ertragen werden kann; der zweite besteht in der Herstellung der Drahtlage. Eigentlich ist noch ein dritter Arbeitsvorgang nötig, nämlich die Verbindung der Lagen miteinander. Zum Unterschied gegen die früheren Versuche wurde jetzt mit Kunstharz behandeltes Papier benutzt, weil diese Hartpapier-Klotzspulen natürlich auch für Öltransformatoren verwendet werden. So einfach der in Abb. 3 wieder gegebene Aufbau einer solchen Spule auch erscheinen mag, so sind doch reichliche Erfahrungen nötig, um sie herzustellen. Wenn sie aber in ordentlicher Weise angefertigt ist, dann kann sie auch als unzerstörbar gelten. Die oberste Lage wird zweckmäßig als Schutzwicklung auf der letzten Hartpapierschicht aufgetragen. Sie fängt

alle Stöße in sehr einfacher Weise ab und überträgt sie durch die Hartpapierschichten kapazitiv auf den Kern. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, daß gegenüber den Flachbandspulen noch ein Unterschied besteht, in-

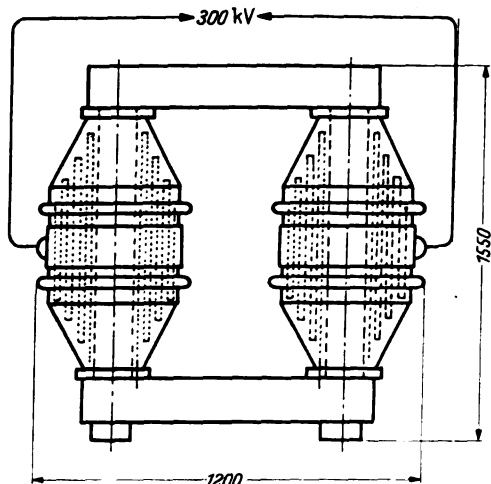


Abb. 5. Abmessungen eines Klotzwicklungs-Transformators für 300 kV.

sofern nämlich, als es sich um Induktionskondensatoren²⁾ handelt. Das ist noch mehr dann zu beachten, wenn die Klotzwicklung eine Reihenschaltung der Lagen bekommt entsprechend dem Schema, das ich bei Prüftransformatoren hoher Spannung mit bestem Erfolg angewandt

²⁾ ETZ 51 (1930) S. 1765.

habe³⁾, und das hier in der Weise verwirklicht werden kann, daß man, wie Abb. 4 zeigt, einer jeden Lage eine Flachbandeinlage an den Enden gibt, die ohne Bedenken mit dem ganzen Klotz abgedreht werden kann. An sie können dann die Ringe zur Herstellung der Verbindungen zwischen den Polen angeschlossen werden.

Die Klotzwicklung hat sich sowohl für Laboratoriumstransformatoren wie auch für Betriebstransformatoren gut bewährt und wird sich daher weiter durchsetzen, um so mehr als sie erhebliche Ersparnisse an Raum ermöglicht. Abb. 5 zeigt die wesentlichen Abmessungen eines öllosen Transformators für 300 kV, und man wird zugeben müssen, daß sie sehr klein sind. Bemerkenswert ist dabei, daß gegenüber den Vielfachzylinder-Transformatoren gemäß dem oben erwähnten Aufsatz zwar die Abkühlung ungünstiger ist. Dafür besitzt aber eine solche massive Wicklung eine hohe Wärmekapazität und damit hohe Überlastbarkeit für kurze Zeit.

Zusammenfassung.

Die Entwicklung der Klotzpulen für Transformatoren entsprang dem Bedürfnis nach leichten und billigen, aber trotzdem zuverlässigen Transformatoren für hohe Spannungen und kleine Leistungen. Zur Herstellung der Klotzspulen sind umfangreiche Erfahrungen nötig; bei ordnungsmäßiger Herstellung kann aber die Klotzspule als unzerstörbar gelten. Die heute von der Hochspannungsgesellschaft Fischer & Co., Köln-Zollstock, hergestellten Klotzspulen für Transformatoren werden nicht nur für Prüftransformatoren, sondern auch für Betriebstransformatoren in wachsendem Maße verwendet.

³⁾ ETZ 46 (1925) S. 186.

Eine neuartige Oszillographenschleife.

(Mittellung aus dem Elektrotechnischen Institut der T. H. Stuttgart.)

Von H. Röhlein VDE, Stuttgart.

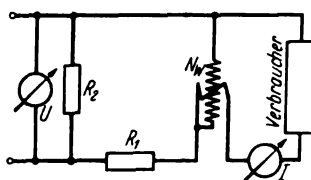
Übersicht. In dem Bericht wird gezeigt, wie mit einer besonderen, auf einfache Weise herzustellenden Oszillographenschleife die Kurvenform des Blindstromes bei Auftreten von nichtsinusförmigen Strömen und Spannungen unmittelbar sichtbar zu machen ist.

Auf Anregung von Herrn Professor Emdé wurden Versuche mit einer Oszillographenschleife durchgeführt, die eine direkte Untersuchung der Kurvenform des Blindstromes in nichtsinusoidalen Stromkreisen ermöglichen. Bekanntlich ist der Begriff des Blindstromes in solchen Stromkreisen eine sehr umstrittene Angelegenheit, da man hier nicht ohne weiteres von einem $\cos \varphi$ sprechen kann. Den Untersuchungen wurde nun ein Aufsatz von Fryze¹⁾ zugrunde gelegt, der den Begriff des Blindstromes und der Blindleistung auch auf Stromkreise mit nicht sinusförmigen Strömen und Spannungen erweitert, unter Beibehaltung der für sinusoidale Stromkreise gültigen Formeln. Der Gesamtstrom setzt sich nach Fryze aus zwei Anteilen zusammen, deren einer das Abbild der Spannung ist:

$$I_t = x + y, \quad x = c U_t = I_w.$$

Der spannungsähnliche Strom x stellt nun den Wirkstrom dar. Die Differenz von Gesamtstrom und diesem Wirkstrom in jedem Augenblick ergibt den Augenblicks-Blindstrom. Das Auftreten von Blindstrom ist nun an die Be-

dingung gebunden, daß der Quotient $\frac{U_t}{I_t} = R$ eine Funktion der Zeit ist. Ist aber $R = \text{const.}$, dann nimmt der Leistungsfaktor den Wert 1 an, und wir haben reinen Wirkstrom. In nichtsinusoidalen Stromkreisen kann man daher ohne weiteres den Wirkstrom durch die Spannung darstellen.



R_1 Abgriff für Gesamtstrom
 R_2 Abgriff für Wirkstrom

Abb. 1. Prinzipschaltbild.

In dem Stromkreis nach Abb. 1 kann man die Wirkleistung N_w durch Messung bestimmen, ebenso wie U und I . Es ist:

$$I_w = \frac{N_w}{U},$$

$$I_b = \sqrt{I^2 - I_w^2},$$

oder in Augenblickswerten

$$I_{bt} = I_t - I_{wt}.$$

Die Aufgabe war nun, diese Differenz in jedem Augenblick zu bilden. Zu diesem Zwecke wurde eine ge-

¹⁾ S. Fryze, ETZ 53 (1932) S. 596.

wöhnliche Oszillographenschleife mit einem dritten Anschluß an der Umlenkung des Bandes versehen (Abb. 2)²⁾. In die eine Bandhälfte wird der Gesamtstrom I und in die andere der Wirkstrom I_W geschickt, die durch die Spannungsabfälle an den Widerständen R_1 und R_2 dargestellt werden. Selbstverständlich müssen die Effektivwerte der beiden Ströme in der Schleife sich wie I/I_W verhalten,

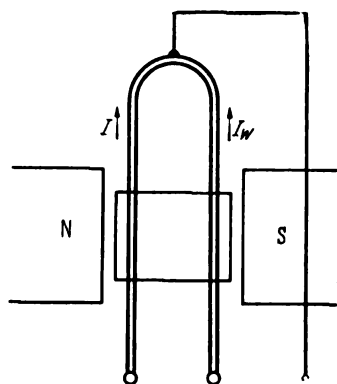


Abb. 2. Oszillographenschleife mit einem dritten Anschluß.

was mit Hilfe von Thermoumformer-Instrumenten ohne weiteres eingestellt werden kann. Die notwendige elektrische Trennung der beiden Strompfade wird durch Wandler erreicht. Eine erste Kontrollmessung, die mit sinusförmigen

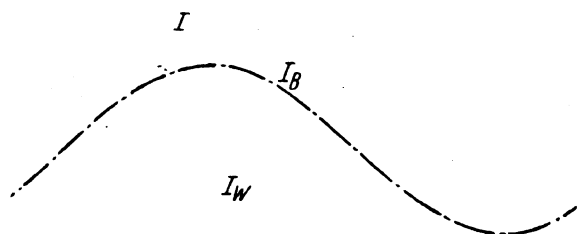


Abb. 3. Erste Kontrollmessung mit sinusförmigen Meßgrößen.

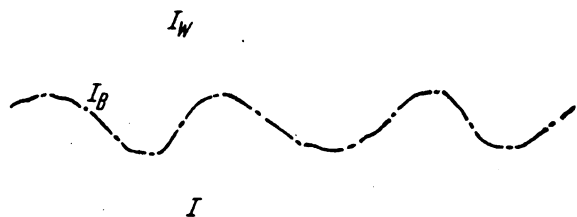


Abb. 4. Messung mit verzerrtem Strom.

gen Strömen und Spannungen durchgeführt wurde, zeigte das tadellose Arbeiten der Schleife (Abb. 3). Eine weitere Messung wurde ausgeführt mit sinusförmiger Spannung, aber mit einem durch eine gesättigte Drossel stark ver-

²⁾ Nach einem Vorschlag von W. Bader.

zerrten Strom; ein Fall also, der in der Praxis sehr häufig vorkommt. Da die Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung künstlich beseitigt wurde, durfte als „Blindstrom“ lediglich die von der Sättigung herrührende dritte Oberwelle auftreten, was auch tatsächlich der Fall war und aus dem Oszillogramm (Abb. 4) zu ersehen ist.

Nachdem so das richtige Zeichnen der Schleife nachgeprüft war, galt es, einen Stromkreis mit möglichst verzerrten Strömen und Spannungen zu untersuchen. Zu diesem Zwecke wurde ein gittergesteuertes Thyatron für Doppelweggleichrichtung aufgebaut und der Primärstromkreis des Transformators untersucht (Abb. 5). Das Ergebnis der Messung zeigt Abb. 6.

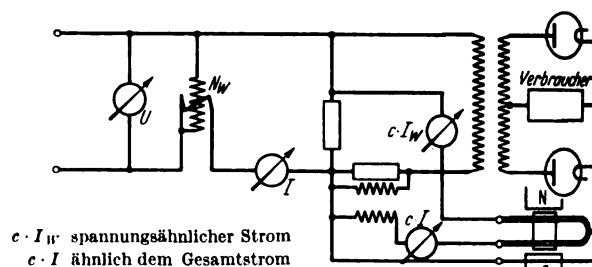


Abb. 5. Schaltbild der Meßanordnung mit Gleichrichter.

Die Unterbrechungen im Verlauf des Blindstromes rühren davon her, daß die Schleife infolge zu geringer Lichtstärke die schnellen Schwingungsvorgänge nicht mehr sichtbar machen konnte.

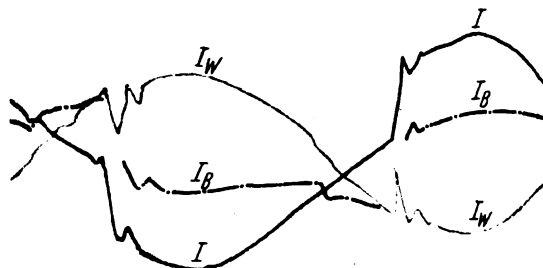


Abb. 6. Messung im Primärstromkreis des Gleichrichtertransformators.

Die Schleife stellt also ein sehr einfaches Mittel dar, um den Blindstrom nach der Definition von Fryze direkt sichtbar und meßbar zu machen. Aber nicht nur dieser ist zu erfassen, sondern die Schleife läßt sich auch zu jeder anderen Differenz- oder Summenmessung verwenden. Es sei hier nur auf die Möglichkeit hingewiesen, den Primärstrom von Stromrichtertransformatoren mit Hilfe der Schleife in den Belastungsstrom und in den Magnetisierungsstrom zu zerlegen.

Zusammenfassung.

An Hand einiger Oszillogramme wurde gezeigt, daß der Blindstrom nach der Definition von Fryze mit einfachen Mitteln unmittelbar sicht- und meßbar gemacht werden kann. Die bei den Untersuchungen verwendete Schleife läßt sich jedoch auch sehr vielseitig in anderer Weise verwenden.

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 315. 016 Ueber Leistungs- und Arbeitsbilanzen der allgemeinen Uebertragungsleitung. — Der Verfasser hat sich die Aufgabe gestellt, ein Meß- und Berechnungsverfahren zu entwickeln, das die Wirk- und Blindarbeitsverluste, den Spannungsverlauf sowie den Einfluß der Betriebsspannung und der Belastung auf Wirk- und Blindarbeitsverluste einer Übertragungsleitung zuverlässig zu bestimmen gestattet.

Betrachtet wird die allgemeine Übertragungsleitung, bestehend aus einer Leitung mit Transformatoren an beiden Enden. Die Leitungskapazität wird durch einen in der Mitte der Leitung angenommenen Kondensator berücksichtigt. An Hand des Ersatzschaltbildes mit den entsprechenden komplexen Reihen- und Parallelwiderständen werden die skalaren Strom-, Spannungs- und Leistungsgleichungen für die einzelnen Abschnitte aufgestellt und daraus durch Multiplizieren mit d und Integration über die in Frage kommende Betriebszeit T die skalaren Arbeitsgleichungen gewonnen. Die Auswertung dieser Gleichungen setzt die Kenntnis und demnach die Messung der folgenden vier Größen voraus:

1. der Watt- oder Kilowattstunden A_w ,
2. der Blindwatt oder Blindkilowattstunden A_b ,
3. der Voltquadrat- oder Kilovoltquadratstunden B und
4. der Amperequadrat- oder Kiloamperequadratstunden C .

Sollen aus den an irgendeiner Stelle der Leitung gemessenen Werte für A_w , A_b , B und C die entsprechenden Größen an einer anderen Stelle bestimmt werden, so kommt die schrittweise Lösung in Betracht, indem immer aus den bekannten Werten diejenigen für die nächste Stelle berechnet werden. Ein anderer Lösungsweg, die geschlossene Lösung, ist dann anzuwenden, wenn es sich darum handelt, das Verhalten der Leitung unter den verschiedensten Betriebsbedingungen zu untersuchen. Die gesamten Wirk- und Blindarbeitsverluste während der Betriebszeit sowie Betriebsspannung und Strom an einem Leitungsende sind dann als Funktion der am anderen Leitungsende gemessenen Werte für A_w , A_b , B und C darzustellen. Das beschriebene Verfahren ist auch für den Fall anwendbar, daß sich an einem Ende statt eines Transformators ein Asynchronmotor befindet. An Stelle der elektrischen Wirkleistung tritt dann hier die mechanische Leistung. [J. Ossanna, Elektrotechn. u. Masch.-Bau 56 (1938) S. 41; 10 1/2 S., 1 Abb.] *M. Gl.*

621. 315. 21. 027. 3. 004. 5 Hochspannungskabelfehlerstatistik 1936. — Der diesjährige Überblick über die Störungstatistik der Kabelnetze von 15 kV und darüber zeigt an Hand zahlreicher graphischer Darstellungen den Verlauf der jährlichen Störungszahlen seit 1930. Die Angaben sind getrennt für Gürtelkabel und Strahlungsschutzkabel erfolgt und die Störanfälligkeit der Kabel, Muffen und Endverschlüsse nach inneren, äußeren und unbekannten Ursachen unterteilt. Im Berichtsjahr 1936 hat das Kabelnetz von 15 kV und darüber um 586 km oder 8,3% zugenommen, wovon etwa 3/4 auf Strahlungsschutzkabel und etwa 1/4 auf Gürtelkabel entfallen. Über 3/4 der im Jahre 1936 neu in Betrieb genommenen Kabel waren solche mit Aluminiumleitern. Während die Fehlerhäufigkeit aus äußerer und unbekannter Ursache sowohl für Strahlungsschutz- als auch Gürtelkabel abgenommen hat, haben die Fehler aus innerer Ursache bei den Strahlungsschutzkabeln vor allem im Bereich 15 bis 30 kV nicht unbeträchtlich zugenommen. Die Fehlerhäufigkeit der Kabel insgesamt für alle Spannungsgebiete von 15 kV und darüber betrug im Jahre 1936 0,75 Fehler je 100 km. Dieser Wert setzt sich aus etwa 0,35 Fehlern innerer Ursache und 0,4 Fehlern äußerer und unbekannter Ursache zusammen. Bemerkenswert ist, daß der Fehlerwert von 0,35 aus inneren Ursachen seit dem Tiefstand im Jahre 1933 mit nur 0,18 Fehlern je 100 km stetig bisher gestiegen ist. Endverschlüsse und Muffen wiesen 1936 gegenüber den früheren Jahren eine geringere Fehlerhäufigkeit auf, die aber ebenfalls nur auf

die Verringerung der äußeren Fehler zurückzuführen ist. Die Fehler aus innerer Ursache haben auch hier im letzten Jahr etwas zugenommen. Für die gesamte Kabelstrecke, also Kabel, Muffen und Endverschlüsse zusammen, ergaben sich für das Jahr 1936 eine Fehlerhäufigkeit von zwei Fehlern je 100 km, dabei waren die Strahlungsschutzkabelstrecken vor allem aus innerer Ursache mit 2,2 Fehlern je 100 km etwas störanfälliger als die Gürtelkabelstrecken mit 1,8 Fehlern je 100 km. Die Alukabelstrecken, die erstmalig getrennt erfaßt wurden, erwiesen sich störanfälliger als die Kupferkabelstrecken. Die Statistik ergab, daß die größere Fehlerhäufigkeit der Alukabelstrecken nicht auf die Kabel selbst, sondern in erster Linie auf die Muffen und in geringerem Umfange auf die Endverschlüsse zurückzuführen ist. Dieses Ergebnis weist darauf hin, daß bei Alukabeln den Kontaktverbindungen, die für die zahlreichen Muffenfehler verantwortlich sind, weiterhin größte Aufmerksamkeit in der Entwicklung geschenkt werden muß. [W. Zimmermann, Elektrizitätswirtsch. 36 (1937) S. 815; 5 S., 6 Abb.] *v. M.*

Elektrische Maschinen.

621. 313. 2 : 621. 94 Eine Spitzenleistung des Elektromaschinenbaus. — Die Abb. 1 und 2, Werksaufnahmen aus dem Maschinen-Prüffeld, zeigen den elektrischen Teil eines schweren Walzwerks, das kürzlich für ein deutsches Hütten-

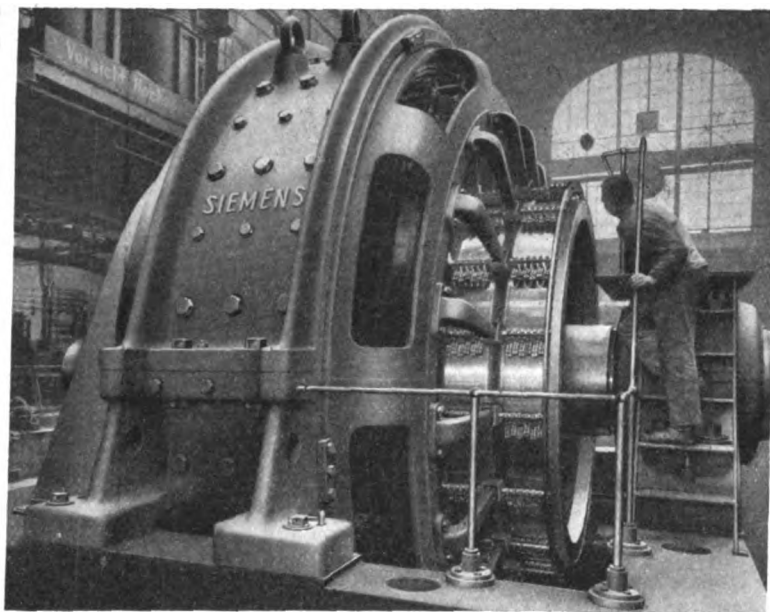


Abb. 1. Einankerwalzmotor.

werk geliefert wurde. Der Umkehrmotor, Abb. 1, ist für die bemerkenswert hohe Leistung von

1650 V,	13 400 A,	19 000 kW,	53 U/min,	350 tm Ausschaltwert ¹⁾
1650 V,	6 000 A,	9 000 kW,	120 U/min,	73 tm Ausschaltwert
1650 V,	4 300 A,	6 800 kW,	57,5 U/min,	112 tm Effektiv-(Dauer)-Wert

bemessen und stellt damit den zur Zeit stärksten Einankerwalzmotor der Welt dar. Seine elektromagnetischen und mechanischen Beanspruchungen konnten in den bewährten Grenzen der bisherigen Ausführungen gehalten werden, ohne daß der Ankerdurchmesser das für Bahnbeförderung zulässige Profil überschritt. Die Prüfung, die wegen der ungewöhnlich großen Drehmomente nur im Leerlauf und Kurzschluß kurzzeitig durchgeführt werden konnte, ergab eine befriedigende Übereinstimmung der gemessenen Kennlinien und Verluste mit den berechneten Werten und eine gute Stromwendung, die bei

¹⁾ Der Ausschaltwert entspricht dem höchstzulässigen Drehmoment.

den Feldschwächdrehzahlen die Nennleistungen zu überschreiten gestattete.

Der den Walzmotor speisende Ilgnerumformer, Teilansicht in Abb. 2, bestehend aus einem 12poligen Asynchronmotor für

6000 V, 3 500 kW, 50 Hz, $\frac{390 \dots 490}{500}$ U/min,

zwei Gleichstromdynamos für je

825 V, 13 400 A, 11 000 kW, $\frac{390 \dots 490}{500}$ U/min Höchstwert

825 V, 4 300 A, 3 550 kW, rd. 440 U/min Effektivwert

und einem Schwungrad von 50 t Gewicht und 581 tm² Schwungmoment, erlaubte hingegen umfangreiche Proben in Kreisschaltung bei allen Betriebszuständen. Neben der Bestimmung der Erwärmung, die bei Dauerleistung weit unter den zulässigen Grenzen blieb, also eine große Betriebssicherheit auch für den Fall unvorhergesehener Überlastungen verbürgt, wurden die Stromwendungseigenschaften eingehend untersucht. Bis zu 12 500 A, d. h. bei etwa 10 000 kW und 500 U/min, war der Lauf der Bürsten völlig funkenfrei, erst bei 14 000 A (11 500 kW)

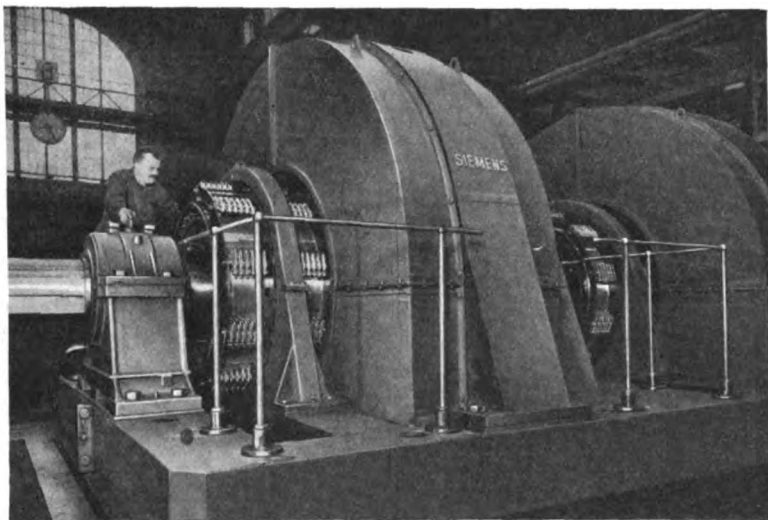


Abb. 2. Teilansicht des Ilgnerumformers zum Umkehrmotor der Abb. 1.

traten vereinzelte kleine Funken auf. Dies ist die höchste bisher erzielte Grenzleistung einer Gleichstrommaschine bei funkenfreier Stromwendung, denn das Leistungsprodukt, mögliche Leistung bei höchster Drehzahl, beträgt hier rd. $10\,000 \times 500 = 5 \times 10^6$ kW $\times$ U/min, d. h. nahezu das Doppelte der sonst üblichen Werte. Die Maschinen sind mit ausgeprägten Polen, Wendepol- und Kompensationswicklung gebaut, besitzen aber eine mit besonderen Dämpfereinrichtungen ausgestattete Ankerwicklung, die die Stromwendespannung auf etwa $\frac{1}{3}$ des Wertes herabsetzt, der sich mit einer normalen Wicklung ergeben würde.

621. 313. 1 - 755 Das Auswuchten umlaufender Maschinen am Aufstellungsort. — Das Auswuchten großer Läufer sollte immer unter Betriebsbedingungen vorgenommen werden. Durch folgerichtige Benutzung passender Meßgeräte werden gegenüber dem reinen Versuchsverfahren große Ersparnisse an Zeit und Kosten erzielt. Das Meßverfahren benutzt einen mit dem Läufer gekuppelten zweipoligen Sinuswellengenerator mit verdrehbarem Ständer und einen Schwingungsempfänger an den Lagern, dessen Spannung über einen Verstärker dem Spannungspfad eines Leistungsmessers zugeführt wird und dort mit dem Strom des Sinuswellengenerators einen Leistungsausschlag erzeugt. Durch Verdrehung des Ständers am Sinuswellengenerator erhält man beim Ausschlag 0 die Phase, bei weiterem Verdrehen des Ständers um 90° als Höchstauschlag die Schwingungsweite der Unwucht. Alle Oberwellen werden dabei ausgesiebt. Im einfachsten Falle eines zweimal gelagerten Läufers mit Tarierebenen an den Stirnflächen sind drei Probeläufe erforderlich: Feststellung der Schwingungsvektoren nach Phase und Größe 1. im Anfangszustand, d. h. ohne zusätzliche Unwucht, 2. mit einer Versuchsunwucht bekannter Größe und Phase nur an der einen Stirnfläche, 3. nur an der anderen Stirnfläche. Aus diesen drei Versuchen lassen sich zeichnerisch die an beiden Stirnflächen anzubringenden Unwuchten zur Erreichung eines einwandfreien Laufes ermitteln. — Der besondere Fall eines 165 MW-Generators wird

erwähnt, in dem das Anbringen von Zusatzgewichten an den Stirnflächen allein nicht zum gewünschten Ergebnis führte, so daß zwei weitere Auswuchtebenen, nach der Längsmittle des Läufers zu gelegen, zu Hilfe genommen werden mußten, um einwandfreien Lauf zu erzielen. Auch hier konnten mit dem beschriebenen Meßverfahren die erforderlichen Zusatzgewichte einwandfrei bestimmt werden. Ferner wird die Anwendung des Verfahrens auf Vierlager-Anordnungen von Turbine und Generator mit vier Tarierebenen an den vier Stirnflächen beschrieben. Das Verfahren gestattet auch bei verschiedenen Betriebsbedingungen, wie z. B. verschiedenen Betriebstemperaturen, die Messungen durchzuführen und den einwandfreien Lauf zu überprüfen. [F. C. Rushing u. B. A. Rose, Electr. J. 34 (1937) S. 441; 4 S., 5 Abb.] F. Rd.

Geräte und Stromrichter.

621. 314. 65 Ein Stromrichtgefäß mit Quecksilber-Anoden. — Die Verwendung von destilliertem Quecksilber als Anodenwerkstoff vereinfacht den Fertigstellungsvorgang des Stromrichtgefäßes, da das zeitraubende Ausheizen und Entgasen der Anoden fortfällt. Als weiterer Vorzug der Quecksilberanoden ist ihre Unempfindlichkeit bei Rückzündungen anzusehen. Da ihre Stromergiebigkeit beliebig groß ist, können selbst die stärksten Ströme bei Rückzündungen keine Beschädigung der Anoden bewirken. Wegen der Art des Elektronenaustritts aus Quecksilber müssen Rückzündungslichtbogen beim ersten Stromnulldurchgang von selbst verlöschen. An einem Versuchsgefäß mit einer Quecksilber- und einer Graphitanode wird, fußend auf ein früher mitgeteiltes Meßverfahren¹⁾, nachgewiesen, daß die Neigung zu Rückzündungen bei einer Quecksilberanode geringer ist als bei einer Graphitanode. Als Nachteile werden angegeben: Die schwierige Isolierung der Anoden, wenn für das Gefäß andere Baustoffe als Glas verwendet werden und die richtige Verteilung des kondensierten Quecksilbers auf die einzelnen Elektroden. Da der Energieumsatz an der Anode ein Mehrfaches von dem an der Kathode ist, ergibt sich eine wesentlich stärkere Verdampfung von Quecksilber an der Anode. Durch geeignete Formgebung des Gefäßes und richtige Kühlung muß verhindert werden, daß am Ende einer langen Betriebszeit der größte Teil des Quecksilbers beispielsweise an der Kathode zusammengekommen ist, während die

Anoden fast ohne Quecksilber sind. Einige unterweisenden Messungen an einem zweianodigen Versuchsgefäß werden mitgeteilt. [Y. Watanabe, Y. Nakamura und H. Kasahara, Electrotechn. J., Tokio 2 (1938) S. 41; 3 S., 6 Abb.] —/f/.

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 33 : 621. 316. 99 Erdungsprüfer für geerdete und genullte Geräte. — Die Nennstromstärke der Sicherung, mit der ein Verbraucher abgesichert werden darf, hängt von der Größe des Stromes ab, der beim Auftreten eines Erdschlusses in dem abgesicherten Stromkreis fließt. Die Sicherung muß so bemessen sein, daß sie auf jeden Fall anspricht und den schadhafte Verbraucher abschaltet. Nun ist bei vollkommenem Erdschluß der Kurzschlußstrom außer von den Netzdaten vom Widerstand der Schutzleitung abhängig, und man kann die zulässige Nennstromstärke der Sicherung angeben, wenn man den Schutzleitungswiderstand kennt. Da die Widerstandsmessung zuweilen Schwierigkeiten macht, führt man an ihrer Stelle zwei Spannungsmessungen aus, wobei man einmal bei unbelastetem, das andere Mal bei belastetem Schutzleiter mißt, indem man den Schutzleiter über einen bekannten Widerstand mit dem Netzleiter verbindet. Der so fließende Prüfstrom steht in festem Verhältnis zu dem zu erwartenden Kurzschlußstrom, und der durch ihn hervorgerufene Spannungsabfall ist ein Maß für die zulässige Sicherungsgröße. Bezeichnet man die Leerlaufspannung mit U_1 , die Spannung bei eingeschaltetem Prüfstrom mit U_2 und den Prüfstrom mit R_p , so ergibt sich für den Kurzschlußstrom I_k

$$I_k = \frac{U_1 U_2}{R_p (U_1 - U_2)}$$

Ein solches Gerät wurde kürzlich auf den Markt gebracht. Es besteht aus einem Spannungsmesser und zwei eingebauten

¹⁾ Electrotechn. J., Tokio 1 (1937) S. 180.

Prüf Widerständen für die Spannungen 145 und 290 V und ist auch für 200 und 220 V brauchbar. Die Skala des Spannungsmessers ist unmittelbar in Sicherungs-Nennstromstärken von 6 bis 120 A geeicht. Durch einen besonderen zusätzlichen Prüf Widerstand kann der Meßbereich bis 500 A Sicherungs-Nennstromstärke erweitert werden. Das Gerät entspricht vollkommen einem von Pflüger in der ETZ 57 (1936) S. 1425 beschriebenen Prüfgerät für Erdung und Nullung. [G. Induni, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 29 (1938) S. 34; 3 S., 7 Abb.] P/l.

Verkehrstechnik.

621. 331 : 625. 1 (7) **Weitere Elektrisierung bei der Pennsylvania-Bahn.** — Von dem Bahnsystem sind bisher 600 km Strecke mit Einphasenstrom 11 kV, 25 Hz elektrisiert¹⁾. Bis Ende 1938 werden weitere 500 km Strecke in elektrischen Betrieb umgestellt sein. 21 neue Freiluft-Wandlerwerke, die im Mittel 13 bis 16 km Abstand haben, werden erforderlich. Sie erhalten Einphasenenergie von sieben Speisepunkten über Leitungen, die auf den Masten für die Fahrleitung verlegt sind. Die Übertragungsspannung beträgt 132 kV bei 25 Hz. In den Speisepunkten, die durch die Hochspannungsleitung entlang der Strecke parallel geschaltet sind, wird die von öffentlichen Werken mit 60 Hz bezogene Energie durch Motorgeneratoren in 25 Hz umgewandelt. Die von einer Stelle aus ferngesteuerten Umformerwerke an der Strecke sind mit ölarmen Schnellschaltern für 1500 A Dauerstrom ausgerüstet. Die Fahrleitung mit Vielfachaufhängung ist an Querseilen und zum Teil an Jochbalken aufgehängt. Die Fahrleitungen über den einzelnen Gleisen sind nur über Selbstschalter in den Umformerwerken elektrisch miteinander verbunden. Die Maste der normalen Streckenausrüstung bestehen aus einem einfachen I-Träger mit einem Betonfundament und Stahlschienen. Das Setzen der Maste wurde dadurch vereinfacht, daß ein Eisenzylinder in den Boden versenkt wurde, in dessen Mitte nach Entfernung der Erde der Mast aufgerichtet wurde. Von einem auf den Gleisen fahrenden Betonmischwagen wurden dann die Zylinder mit Beton gefüllt. Für alle Strecken wird ein neues Zugbeeinflussungssystem mit Wechselstromimpulsen von 100 Hz Frequenz eingeführt, da bei dem bisherigen Arbeiten mit 60 Hz Beeinflussungen durch Starkstromanlagen möglich waren. Von der Elektrisierung verspricht man sich große betriebliche und wirtschaftliche Vorteile, da vor allem die Leistungsfähigkeit der Strecken durch die Umstellung gesteigert werden kann und dadurch die Verlegung neuer Gleise unnötig wird. [H. C. Griffith, Electr. Engng. 57 (1938) S. 10; 6 S., 9 Abb.] D/H.

Bergbau und Hütte.

621. 365 : 669. 1 **Herstellung von Ferrophosphor im elektrischen Ofen.** — Ferrophosphor ist eine Eisenlegierung mit 20 bis 25% Phosphor, 1,5 bis 2,5% Silizium, 0,1 bis 0,15% Kohlenstoff, 0,06 bis 0,08% Schwefel und dient vornehmlich als Zusatz beim Schmelzen von Eisen und Stahl zwecks Einstellung bestimmter Phosphorgehalte. Als Rohstoffe verwendet man Phosphate, Gußeisen- oder Stahldrehspäne, Koksstaub, Quarz und Bauxit. Der auf einem Werk benutzte Ofen von 600 kW ist ein Einphasenofen mit tiefem Herd, dessen Wände aus Blöcken von Elektrodenkohle bestehen; seitlich und oben sind diese Wände von feuerfesten Steinen umschlossen. Der freie Ofenraum zwischen den Wänden und der tief eingeführten, breiten Elektrode wird von der Beschickung eingenommen. Man wendet mit Erfolg nur das saure Schmelzverfahren an. Am wichtigsten ist die Schlackenfrage. Dabei muß die Schlacke genügend Kieselsäure enthalten, damit die Phosphorausscheidung vollständig ist. Die Tonerde spielt in dieser Hinsicht insbesondere auch eine große Rolle, als eine langjährige Erfahrung ge-

Bauxitmenge, 50 bis 60 kg Koksstaub, 80 bis 140 kg Gußeisen- oder Stahldrehspänen je nach der gewünschten Zusammensetzung des Ferrophosphors. Verluste an Phosphor können sich ergeben durch Übergang von Phosphor in die Schlacke, die noch 0,4 bis 0,7% Phosphor enthält, ferner durch Verflüchtigung. Der Wirkungsgrad eines elektrischen Ofens bei der Herstellung von Ferrophosphor stellt sich auf 89 bis 90%. Der Kraftverbrauch ist 4000 kWh je t Ferrophosphor zu 20% und 5000 kWh je t Ferrophosphor zu 25%. [J. Four électr. 47 (1938) S. 16 u. 49; 6 S., 1 Abb.] Kp.

Fernmeldetechnik.

621. 397. 611. 2 **Kathodenstrahl-Personenbildabtaster für normalbeleuchtete Räume.** — Als Lichtquelle dient eine Telefunken-Hochspannungsbildschreibröhre mit elektrostatischer Zentrierung und magnetischer Ablenkung, bei der bei einer Anodenspannung von 30 kV eine Schirmleistung bis zu 50 W erreicht wird. Das aus 150 Zeilen bestehende Raster von $6 \times 8 \text{ cm}^2$ Größe wird in 5 m Entfernung in der Ebene der abzutastenden Person, auf $70 \times 70 \text{ cm}^2$ vergrößert, mittels angepaßten Hohlspiegels abgebildet, wobei zur Vermeidung des Abtastflimmerns das Zeilensprungverfahren angewandt wird. Das reflektierte Licht wird durch mehrere Fotozellen aufgefangen und nach Verstärkung dem Empfänger über Sender oder Kabel zugeleitet. Durch Modellung des Anodenstromes wird das abtastende Licht in Wechsellicht umgeformt, auf dessen Frequenz einschließlich der zugehörigen Seitenbänder der Fotozellenverstärker abgestimmt ist. Auf diese Art kann der durch die Raumbeleuchtung erzeugte Zusatzstrom von dem eigentlichen Bildstrom getrennt werden. Die Modellungsfrequenz beträgt etwa 1 MHz.

Die Bildwurfgeräte zur Wiedergabe der übertragenen Person werden in zweierlei Ausführungen hergestellt. Beim Durchsichtbildwerfer wird das Bild mit einer Linse von 15 bis 20 cm Brennweite — der Wert ergibt sich unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit — auf einer Mattscheibe abgebildet und in der Durchsicht betrachtet, da nur ein kleiner Abstand der Apparatur vom Schirm möglich ist. Beim Aufsichtbildwerfer kann das Bild von $6 \times 8 \text{ cm}^2$ Größe mittels eines Hohlspiegels von 60 cm Brennweite, auf zwei Quadratmeter vergrößert, auf einem 8 m entfernten Schirm abgebildet werden. Die Bildwerferrohren sind mit einer gelb- oder weißfluoreszierenden Leuchtsubstanz versehen und erzielen bei einer Anodenspannung von 30 bis 45 kV eine Lichtstärke bis zu 150 HK. Bei der Vorführung einer derartigen Apparatur auf der Großen Deutschen Rundfunkausstellung 1937 konnte die zusätzliche Raumbeleuchtung auf 20 lx gesteigert werden bei einer Flächenhelligkeit des Projektionsbildes von 10 bis 20 lx. [M. Knoll und H. Elstermann, Telefunkenztg. 18 (1937) H. 77, S. 65; 4 S., 9 Abb.] Kj.

Theoretische Elektrotechnik.

538. 51 **Gegeninduktivitäten und Kräfte zwischen geraden Strecken und Selbstinduktivität von regelmäßigen Vielecken.** — Gegeninduktivitäten von räumlichen und ebenen Gebilden, die aus beliebig zusammengesetzten geraden Strecken bestehen, können durch Ausdrücke dargestellt werden, die nur die elementaren Transzendenten enthalten. Um eine möglichst einfache Grundformel zu erhalten, aus der alle anderen sich auf beliebig angeordnete Strecken beziehenden Ausdrücke einfach und übersichtlich entwickelt werden können, wird zuerst die Gegeninduktivität $M(a, b)$ von zwei windschiefen Strecken a und b berechnet, deren Endpunkte auf der gemeinsamen Normale der beiden Strecken liegen. Ist φ der (spitze) Winkel der beiden Strecken, so ist

$$M(a, b) = \cos \varphi \left\{ a \ln \frac{b - a \cos \varphi + c}{\sqrt{a^2 + R^2} - a \cos \varphi} + b \ln \frac{a - b \cos \varphi + c}{\sqrt{b^2 + R^2} - b \cos \varphi} + \frac{R}{\sin \varphi} \left(\arcsin \frac{R c \sin \varphi}{\sqrt{a^2 \sin^2 \varphi + R^2} \sqrt{b^2 \sin^2 \varphi + R^2}} - \arcsin \frac{\sqrt{a^2 + R^2} \sin \varphi}{\sqrt{a^2 \sin^2 \varphi + R^2}} - \arcsin \frac{\sqrt{b^2 + R^2} \sin \varphi}{\sqrt{b^2 \sin^2 \varphi + R^2}} + \varphi \right) \right\}$$

wobei R die Länge der Normale und

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \varphi + R^2$$

ist. Durch Spezialisierung der Lage der betrachteten Strecken können daraus die Gegeninduktivitäten von zahlreichen anderen Fällen abgeleitet werden. Für zwei in einer Ebene befindliche anliegende Strecken ist $R=0$ zu setzen, und die Formel wird bedeutend vereinfacht. Um die Selbstinduktivität L_n eines regelmäßigen n -Ecks zu berechnen, sind

lehrt hat, daß die Tonerde in allen Verhältnismengen die Kieselsäure ersetzen kann und daß die Reduktion des Phosphates vollständig ist, wenn in der Schlacke der Anteil der Kieselsäure einschließlich der Tonerde 38% erreicht. Die Reduktion von Trikalziumphosphat erfolgt lediglich in flüssiger Phase bei geschmolzener Schlacke. Ein üblicher Einsatz besteht z. B. aus 300 kg Phosphat, 60 bis 70 kg Quarz oder einer entsprechenden

¹⁾ ETZ (57 1936) S. 871.

die Gegeninduktivitäten aller Seitenpaare zu bestimmen, wobei man $R = 0$ und $b = a =$ Seitenlänge in die obige Formel einzusetzen hat. Die Endformel erscheint in der Form

$$L_n = 2\pi a \left(\ln \frac{a}{R} + A_n \right),$$

wo A_n für jeden Wert von n eine Konstante ist und R den mittleren geometrischen Abstand des Leiterquerschnitts von sich selbst bedeutet ($A_3 = -1,40545$, $A_5 = -0,40926$, $A_8 = +0,20990$). Die Differentiation nach φ ergibt aus den verschiedenen Formeln das um die Normale der beiden Strecken wirkende Drehmoment. [J. Hak, Arch. Elektrotechn. 32 (1938) H. 4, S. 267; 9 S., 9 Abb.]

621. 318. 42 + 621. 319. 4. 018. 12 Kapazitäten und Induktivitäten als verzerrende Elemente. — Im allgemeinen Fall der periodisch veränderlichen Reaktanzen wirken Kapazitäten und Induktivitäten als verzerrende Elemente sowohl bei Mehrwelligkeit an Spannung oder Strom, als auch bei periodischer Änderung der Größen L und C . Von dem allgemeinen Ausdruck der Verzerrungsleistung ausgehend leitet der Verfasser die Ausdrücke der Verzerrungsleistungen einer gleichbleibenden Selbstinduktion oder einer Kapazität ab und zeigt, daß diese Leistungen unabhängig sind vom Widerstand der Selbstinduktion bei demselben mehrwelligen Strom, bzw. von der Isolation der Kapazität, bei derselben mehrwelligen Spannung.

Auf Grund des Gesetzes der Erhaltung der Energie ist die Verzerrungsleistung an der Stromquelle der vektoriellen Summe der Verzerrungsleistung aller im Netz befindlichen Verzerrungsgeräte gleich. Es können Bedingungen erfüllt werden, unter welchen eine neben einer Selbstinduktion irgendwie geschaltete Kapazität die gesamte Verzerrungsleistung vergrößert. Ebenfalls führt jedes Element einer Hochspannungs-Freileitung unter mehrwelliger Spannung elementare Verzerrungsleistungen ein, als Funktion der linearen Kapazität und Selbstinduktion der Freileitung.

Der Verfasser zeigt weiter, unter welchen Bedingungen allgemein die vektorielle Summierung der Verzerrungsleistungen zu einer Vergrößerung oder Verminderung der gesamten Verzerrungsleistungen führen kann. In gewissen Sonderfällen können wir uns damit dem Falle einer algebraischen Summierung oder dem Falle eines gänzlichen Ausgleiches der Verzerrungsleistungen mehrerer Kapazitäten oder Selbstinduktionen nähern, und zwar auf Grund gänzlich verschiedener Gesetze, die den Ausgleich oder die Summierung der eigentlichen Blindleistungen beherrschen.

Für das Studium aller dieser Verzerrungserscheinungen ist jedoch der Begriff des Ausdrucks $\sqrt{N_s^2 - N^2}$ ungenügend, weil man auch die Eigenschaften des Begriffs Verzerrungsleistung (N_s) in Betracht ziehen muß. [C. Budeanu, Arch. Elektrotechn. 32 (1938) H. 4, S. 251; 9 S., 3 Abb.]

Physik.

539. 15 Struktur des Wasserstoff- und Heliumatoms.

— Die Vorstellung von der ringförmigen Natur des Elektrons¹⁾ wird von J. Stark vereinigt mit seiner Anschauung von der Struktur des chemischen Atoms. Danach hat das Atom oder Ion mindestens eine ausgezeichnete Achse, um welche seine Hüllenelektronen angeordnet sind. Beim Wasserstoffatom fallen Achse und Mittelpunkt von Kern und Elektronenring im energetisch tiefsten Zustand zusammen, so daß das elektrische Moment Null ist und das magnetische Moment praktisch gleich dem des Elektrons. Beim Heliumatom stehen sich die beiden Elektronen in gleichem Abstand vom Kern einander so gegenüber, daß ihre Achsen mit derjenigen des Kerns zusammenfallen und ihre Drehrichtungen entgegengesetzt sind. Das elektrische Moment ist also Null und das magnetische gleich dem des Kerns. Diese energetisch tiefsten Zustände sind



Abb. 3. Angeregtes Heliumatom.

¹⁾ Phys. Z. 38 (1937) S. 209; ETZ 58 (1937) S. 1227.

strahlungslos, da die elektromagnetische Energie am Elektron und am Kern sich auf geschlossenen Bahnen bewegt. Außer diesem Zustand gibt es weitere strahlungslose Zustände, bei denen entweder die Abstände Elektron-Atomkern oder die Neigungswinkel der Elektronenachse gegen die Kernachse geändert sind. Abb. 3 gibt z. B. das Heliumatom in einer Phase der Präzessionsbewegung eines höheren Zustandes wieder. Die Untersuchung der Übergänge zwischen den verschiedenen strahlungslosen Zuständen führt zu einer Deutung der Spektren. [J. Stark, Phys. Z. 38 (1937) S. 349; 8 S., 5 Abb.] Br.

541. 13 : 537. 523. 4 Die Funkelelektrolyse. — Die Eigenschaften der Ionen in wäßrigen Lösungen sind seit vielen Jahren Gegenstand zahlreicher Untersuchungen gewesen. In der Absicht, neue Erfahrungen beizubringen und vor allem den Einfluß der Elektroden bei der Untersuchung der Eigenschaften von Lösungslösungen auszuschalten, hat der französische Chemiker Pierre Jolibois im Anschluß an alte Experimente ähnlicher Art eine Versuchsanordnung entwickelt, bei welcher wahlweise die Anode oder Kathode durch einen Funkenstrom ersetzt wird, der von einer kleinen, wenige Millimeter über der Oberfläche der Elektrolytlösung befindlichen Platinkugel in die Flüssigkeit übergeht. Um die Reaktionsprodukte im Anoden- und Kathodenraum getrennt erfassen zu können, ist das Elektrolysegefäß in zwei Teile zerlegt, die durch eine leitende Flüssigkeitsbrücke miteinander verbunden sind. Unter Anwendung gewisser chemischer Vorsichtsmaßregeln kann man so die Reaktionsprodukte getrennt erhalten. Die Bildung nitroser Gase durch den Funkenstrom ist dadurch vermieden, daß die Entladung nicht in Luft, sondern in einem chemisch trägen Gas vor sich geht.

Im Gegensatz zu der gewöhnlichen Elektrolyse, beispielsweise einer Kupfersulfatlösung, bei welcher man an der Kathode Kupfer, an der Anode das Ion SO_4 — somit Schwefelsäure — erhält, entsteht bei der geschilderten Versuchsanordnung quantitativ Kupferoxyd. Ebenso erhält man bei der Funkelelektrolyse einer Silbernitratlösung mit 98% Stromausbeute Silberoxyd, Ag_2O . An der Anode sind die auftretenden Erscheinungen weniger auffallend, da die anodischen Reaktionsprodukte hier ebenso wie bei der gewöhnlichen Elektrolyse löslich sind und daher keine Niederschlagsbildung auftritt. In beiden Fällen beobachtet man im Anodenraum das Auftreten der äquivalenten Menge freier Säure.

P. Jolibois sieht die Erklärung der Oxydbildung in der durch das zunächst in Lösung befindliche elektrisch geladene Metallion bewirkten dielektrischen Polarisation der umgebenden Wassermolekeln. Daß die meisten Ionen eine Hülle angelagerter Wassermolekeln mit sich führen, ist eine wohlbekannte Erscheinung. Da die Wassermolekeln kleine Dipole darstellen, so ist anzunehmen, daß sie den positiv geladenen Metallionen ihre negative Seite, die den Sauerstoff enthält, entgegenrichten, während das Plusende des Wasserdipols, das ein Wasserstoffatom umfaßt, von dem Kupferion fortgewendet ist. Wird nun das Kupferion durch die mit dem Funken in die Lösung gelangenden negativen Ionen (Elektronen, Gasionen) entladen, so betätigt es seine nunmehr freigewordene chemische Valenzkraft an einem der es umgebenden Wassermolekeln und bildet mit dem ihm dargereichten Sauerstoff das Oxyd, während der Wasserstoff gasförmig entweicht und in der Funkenbahn spektroskopisch nachgewiesen werden kann.

Einen gleichen Verlauf des Vorganges nimmt P. Jolibois auch für die Metallabscheidung bei der gewöhnlichen Elektrolyse an Metallkathoden in Anspruch. Es soll also auch dort als erstes Produkt das Metalloxyd entstehen und erst sekundär durch den in atomarer Form entwickelten Wasserstoff zu Metall reduziert werden. Gewisse Tatsachen bestehen, welche diese Auffassung zu stützen scheinen, wie etwa die Möglichkeit, auch bei normaler Elektrolyse unter gewissen Umständen Kupferoxyd statt Kupfer zu erhalten. Trotzdem wird die hier dargelegte Auffassung von elektrochemischer Seite sicher nicht unwidersprochen bleiben.

P. Jolibois hat von seiner Versuchsanordnung auch noch eine interessante spektroskopische Anwendung gemacht, die es erlaubt, sehr kleine Mengen von Fremdmetallen in Metallsalzlösungen quantitativ nachzuweisen. Versuche, die mit geringen Mengen von Mangan angestellt wurden, zeigten im Anodenfunken eine strenge Abhängigkeit der photometrischen Intensität der Spektrallinien von der angewendeten Konzentration, so daß hier ein einfaches Verfahren zur quantitativen Bestimmung kleiner Verunreinigungen vorliegt, das sehr gut wiederholbare Ergebnisse zeitigt. [P. Jolibois, Vortrag v. d. Dt. Chem. Gesellsch. Berlin am 29. Jan. 1938.] Prg.

AUS ERZEUGUNG UND VERBRAUCH.

621. 311. 003. I (494) Statistik der Elektrizitätswerke der Schweiz. — Die Statistik des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins zeigt eine gründliche Bearbeitung des Stoffes. Sie umfaßt sämtliche Elektrizitätswerke der Schweiz, d. h. „alle Unternehmungen, die selbst erzeugte oder gekaufte Energie gewerbsmäßig an Abnehmer verkaufen“. Diese Unternehmungen werden in der Statistik in folgende vier Teile gegliedert:

A I Elektrizitätswerke mit Erzeugungsanlagen und mit mehr als 500 kW verfügbarer Leistung, Anzahl: 108.

B I Elektrizitätswerke ohne Erzeugungsanlagen und mit mehr als 500 kW verfügbarer Fremdleistung, Anzahl: 96.

A II Elektrizitätswerke mit Erzeugungsanlagen und einer verfügbaren Leistung bis einschließlich 500 kW, Anzahl: 165.

B II Elektrizitätswerke ohne Erzeugungsanlagen, mit einer verfügbaren Fremdleistung bis einschließlich 500 kW. Anzahl: 878.

Anzahl der gesamten Werke 1247.

Bei den Elektrizitätswerken, welche auch Werke außerhalb der Schweizer Grenzen besitzen und betreiben, sind nur diejenigen Teilbetriebe, die innerhalb der Grenzen der Schweiz sich befinden, bei der Statistik berücksichtigt.

Die für die einzelnen Werke aufgestellten Tafeln umfassen die Seiten 10 bis 121.

Die Inlandsabgabe betrug insgesamt . . . 3,202 Mrd kWh

Die Energieausfuhr betrug insgesamt . . . 1,467 Mrd kWh

4,669 Mrd kWh.

Von der Inlandsabgabe entfielen auf Haushalt und Gewerbe . . . 1,231 Mrd kWh.

Den letzten Teil bildet ein Vergleich der Zahlen von 1929 mit denen von 1936. Es zeigt sich, daß z. B. im Jahre 1936 (die Zahl für 1929 in Klammern) durch Werke der Gruppe A I 3340 (3280), nach A II 336 (336) nach B I 334 (246) und nach B II 1640 (1616) Ortschaften versorgt wurden; die Gesamtzahl der installierten Leistung betrug bei Wasserkraft

1936: 1 332 000 + 11 350 + 227 000 + 60 000 = 1 630 350 kW

1929: 920 000 + 10 550 + 161 000 + 72 200 = 1 163 750 kW

und aus anderen Energiequellen nur

1936: 515 000 + 1 500 = 516 500 kW

1929: 640 000 + 11 350 = 651 350 kW.

Der Wasserkraftstrom hat demnach eine Steigerung von 40% erfahren, während der sonstige Strom abgenommen hat.

Aus der Statistik geht ferner hervor, daß die Schweiz sich entsprechend ihrer geologischen Bodenverhältnisse zu etwa 93% durch Ausnutzung der günstigen Wasserschätze den Strom beschaffte und nur etwa 7% auf andere Stromquellen angewiesen ist.

Der Energieverbrauch in der Schweiz (ohne Bahnen, Elektrochemie und Energieausfuhr) betrug bei einer mittleren Wohnbevölkerung von 4,167 Mill im Jahre 1936 770 gegen 685 kWh je Einwohner im Jahre 1929.

Der Anschlußwert der Verbrauchsgeräte belief sich je Einwohner:

Für Motoren . . . 215 (180) W

.. Beleuchtung . . . 115 (105) W

.. Wärmegeräte . . . 360 (225) W einschl. der kleinen Haushaltgeräte.

Der Gesamtanschlußwert (ohne Bahnen) stellte sich mithin auf 690 (590) W je Einwohner. Die eingeklammerten Zahlen beziehen sich auf das Jahr 1929. [„Statistik der Elektrizitätswerke der Schweiz nach dem Stande auf Ende 1936“, bearbeitet vom Starkstrominspektorat (Ing. F. Söbier) im Verlage des Generalsekretariats des SEV und VSE Zürich herausgegeben.]

Trb.

621. 317. 8. 003. I : 647 Einflüsse auf die Ausbreitung des Haushaltstrom-Verbrauchs. — Aus den Veröffentlichungen des „Electricity Commissioner“ (Engineering and Financial Statistics) ist zu entnehmen, daß die Anwendung der Elektrizität im Haushalt für Beleuchtung, Heizung und Kochen in den letzten Jahren in England sich nicht ausgedehnt hat, sondern eher zurückgegangen ist. Auf Grund der Statistik be-

trug der spezifische Stromverbrauch im Jahre 1930/31 815 kWh/Jahr je Kopf der Bevölkerung. Er fiel 1933/34 auf 745 kWh/Jahr, um im Geschäftsjahr 1934/35 bzw. 1935/36 auf 765 bzw. 830 kWh/Jahr anzusteigen. Die Zahl der Haushaltstromverbraucher hat innerhalb dieses Zeitraumes dauernd zugenommen.

Eine normale gesunde Entwicklung hat zur Voraussetzung, daß bis zu einem gewissen Sättigungspunkt eine allmähliche Verbrauchszunahme je Haushaltabnehmer zu verzeichnen ist. Wenn sich also auf Grund der statistischen Unterlagen ein rückgängiger Stromverbrauch ergibt, dann ist dies ein Zeichen, daß die genannte Voraussetzung nicht zutrifft. Diese Erscheinung erklärt sich z. T. aus dem Hinzukommen vieler Abnehmer, deren Verbrauch sehr gering ist. Versucht man die Ursachen des in einigen Teilen Englands stark unterentwickelten Stromverbrauchs zu ergründen, dann ist folgendes festzustellen:

Aus den amtlichen Erhebungen ist zu entnehmen, daß der Stromverbrauch annähernd konstant und unabhängig von dem geforderten Preis ist, solange dieser 2,5 d/kWh beträgt¹⁾. Liegt dagegen der zu zahlende Preis unter diesem Wert, dann wird die Nachfrage „elastischer“ und der Stromverbrauch nimmt zu. Mit steigendem Stromverbrauch nehmen naturgemäß die Einnahmen des Elektrizitätswerkes je Haushalt zu. Und diese Verbrauchszunahme ist um so wichtiger, als mit zunehmendem Verbrauch die Verteilungskosten weniger stark ansteigen, als die Gesamteinnahme des Unternehmens. Im allgemeinen sind die für Haushaltstrom geforderten Preise zu hoch. Elektrizität ist eine Ware, deren Verkauf zunehmendem Umsatz unterworfen ist. Eine stärkere Nachfrage seitens der Verbraucher, die Folge einer Preisherabsetzung, wird demnach nicht nur eine größere Anzahl verkaufter Kilowattstunden ergeben, sondern sich infolge vermehrter Anwendung des elektrischen Stromes (Heizen und Kochen) auch auf die Belastungs-Charakteristik des Werkes günstig auswirken und dadurch die Erzeugungskosten vermindern. In den meisten Fällen, dies trifft vor allem für Elektrizitätswerke mit einem jährlichen Absatz unter 10 Mill kWh zu, folgen aber Preisherabsetzungen erst einer vermehrten Nachfrage, statt ihr voranzugehen. Diese Politik der Elektrizitätswerke bietet somit keinen Anreiz zum Mehrverbrauch, sondern hat eher gewisse Einschränkungen zur Folge. Infolgedessen bleiben die festen Kosten je verkaufte Kilowattstunde hoch und die Voraussetzung für eine Ausbreitung der Elektrizitätsanwendung, nämlich fallende feste Kosten und damit sinkende Strompreise, ist nicht gegeben.

Ein weiterer Faktor, der der Ausbreitung der Elektrizität im Haushalt entgegensteht, ist der Verkauf von Kraftstrom zu besonders niedrigen Preisen. Im Hinblick auf die berechtigten Forderungen industrieller Abnehmer billig mit Elektrizität versorgt zu werden, um die Betriebskosten niedrig zu halten, wird mitunter ein Preis zugestanden, der kaum die Erzeugungskosten des Stromlieferwerkes deckt. Dieser niedrige Preis wird in vielen Fällen seitens der Abnehmer erzwungen unter Hinweis auf den andern Abnehmern bereits gewährten billigen Kraftstrom. Unterstützt wird dieses Verlangen außerdem durch die Drohung, bei Nichtgewährung des geforderten Preises zur Eigenversorgung überzugehen. Das Eingehen auf diese Forderung ist nur dem Mangel an Kenntnis der tatsächlichen Erzeugungskosten der Eigenanlagen zuzuschreiben. Die Abgabe von Kraftstrom zu Preisen, die kaum die Erzeugungskosten decken, zwingt dann das Stromlieferwerk den Gewinnausfall durch erhöhte Strompreise für andere Verbrauchsgruppen, und zwar Haushaltstromabnehmer, auszugleichen.

Die gegenwärtigen Preisunterschiede zwischen Licht- und Kraftstrom sind in erster Linie darauf zurückzuführen, daß früher für die Ausbreitung der Elektrizität im Haushalt durch geeignete Tarife nicht gesorgt worden ist. Denn im Grunde dürfte Haushaltstrom keinen größeren „Wert“ als der Kraftstrom haben. (Anmerkung des Berichters: Der größere Wert des Haushaltstromes wird bedingt durch die schlechte Ausnutzung des Kraftwerkes durch diese Abnehmergruppe, die selbst bei Verbrauch von Kochstrom durch ihre Lichtspitze mit einem beachtlichen Anteil an der Werkschöpfung beteiligt ist und damit im krassen Gegensatz zum Kraftstromverbraucher steht.)

Als weiter erschwerend für die vermehrte Anwendung von Elektrizität im Haushalt ist das Fehlen einer einheitlichen

¹⁾ 1 d = 5,2 Rpf.

Tarfbasis, also eines einheitlichen Preismaßstabes für Elektrizität und die Vielgestaltigkeit der Tarife anzusehen. Durch das Vorhandensein verschiedener Tarifförmern, die der Abnehmer nicht übersehen kann, glaubt er sich übervorteilt. Die heutigen Tarife umfassen einen festen Kostenanteil und eine Arbeitsgebühr. Der feste Kostenanteil selbst wird direkt oder indirekt mit der Leistungsforderung des Abnehmers in Verbindung gebracht, obwohl eine genaue Errechnung bzw. Vorherbestimmung der beanspruchten Leistung gar nicht möglich ist. Der feste Kostenanteil belastet finanziell den Abnehmer aber nur bei geringem Verbrauch; er wirkt sich aber gerade in diesem Fall als zu starke Belastung aus und wird immer einen eingeschränkten und damit u. U. unterentwickelten Stromverbrauch zur Folge haben. [J. A. Sumner, J. Instn. electr. Engrs. 81 (1937) S. 429; 68 S., 14 Abb.] *Mrg.*

STATISTISCHE MITTEILUNGEN

(Mitgeteilt von der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.)

Elektrische Eisenbahnen Europas. — Die Gesamtlänge der elektrisierten Strecken der Eisenbahnen Europas beläuft sich gegenwärtig auf rd. 20 000 km. Sie hat sich somit innerhalb der letzten sieben Jahre fast verdoppelt. Die in den früheren Jahren zu beobachtende jährliche Zunahme von rd. 1000 km hat demnach nicht nur angehalten, sondern sich erheblich vergrößert. Die Entwicklung der elektrisierten Streckenlänge in den verschiedenen europäischen Staaten für die Jahre 1927 bis 1936 zeigt Zahlentafel 1. Der Anteil Deutschlands an dem gesamten elektrischen Netz Europas beträgt rd. 16,5%. Die absolut längste elektrisch betriebene Strecke besitzt Italien mit 3871 km. Es folgen sodann Frankreich, Deutschland, Schweden, Schweiz und England. In den letzten Jahren haben vor allem Italien, Frankreich, Schweden und die Schweiz ihr elektrisches Bahnnetz ausgebaut.

Länge der elektrischen Bahnen am Ende jedes Berichtsjahres in verschiedenen Ländern Europas.

	1927 km	1928 km	1929 km	1930 km	1931 km	1932 km	1933 km	1934 km	1936 km
Deutschland	1 710	2 201	2 310	2 363	2 396	2 436	2 738	2 915	2 977
davon Österreich	505	710	776	822	822	822	868	868	930
Spanien	93	94	368	368	368	370	370	370	433
Frankreich	1 119	1 208	1 303	1 600	1 931	1 965	2 076	2 175	3 414
England	644	693	718	771	772	866	866	872	1 323
Niederlande	135	135	135	135	183	183	183	202	235
Ungarn	66	66	66	66	66	66	156	156	180
Italien	1 251	1 251	1 614	1 615	1 945	2 040	2 104	2 453	3 871
Norwegen	123	241	190	194	194	194	194	194	307
Schweden	909	909	908	908	907	1 281	1 770	2 142	2 666
Schweiz	1 665	1 891	1 906	1 906	1 966	2 041	2 120	2 295	2 626
Tschechoslowakei	53	77	78	78	78	78	78	78	93
Insgesamt	7 768	8 766	9 596	10 004	10 806	11 520	12 655	13 852	18 135

Quelle: Rev. gén. Electr. 43 (1938) S. 315.

In Deutschland waren zu Jahresende 1937 von dem Reichsbahnnetz im alten Reichsgebiet 2288 km¹⁾ elektrisch eingerichtet; der weitaus größte Teil davon, 1982 km oder 87%, entfällt auf die Strecken der Fernbahn und 306 km auf die Stadt- und Vorortbahnen in Berlin und Hamburg. Zur gleichen Zeit verfügte die Reichsbahn über 543 elektrische Lokomotiven und 1123 Triebwagen mit 1319 Steuer- und Beiwagen. Fast zwei Drittel der Triebwagen mit den dazugehörigen Steuer- und Beiwagen finden auf den Strecken der Stadt- und Vorortbahnen Verwendung. Die Länge der zurückgelegten Zug-Kilometer belief sich bei den elektrischen Lokomotiven auf 29 Mill km, bei den Triebwagen auf 40 Mill km. Das für elektrische Triebfahrzeuge insgesamt investierte Anlagekapital beziffert sich auf 370 Mill RM, wozu noch etwa 250 Mill RM für die Errichtung der ortsfesten Anlagen hinzuzurechnen sind.

Steigende Aktienkurse. — Die Entwicklung der deutschen Elektroindustrie wird vorwiegend an der steigenden Zahl der Beschäftigten und dem wachsenden Umsatz gemessen. Aber auch aus dem Kursstand der Aktien läßt sich der betriebswirtschaftliche Erfolg eines Industriezweiges ablesen, wenn gleich auch von der Höhe der Aktienkurse keine direkten Schlüsse auf die Gewinne der Aktiengesellschaften und der Unternehmungen anderer Rechtsform gezogen werden dürfen (Abb. 1).

Der Index der Aktien der repräsentativsten Unternehmungen der deutschen Elektroindustrie stellte sich 1932 auf 56,7,

¹⁾ Quelle: Geschäftsbericht der Deutschen Reichsbahn.

1937 aber im Jahresdurchschnitt auf 134,5. Er ist also um das Zweieinhalbfache gestiegen. Die Erhöhung ist demnach wesentlich größer als bei der verarbeitenden Industrie insgesamt, deren

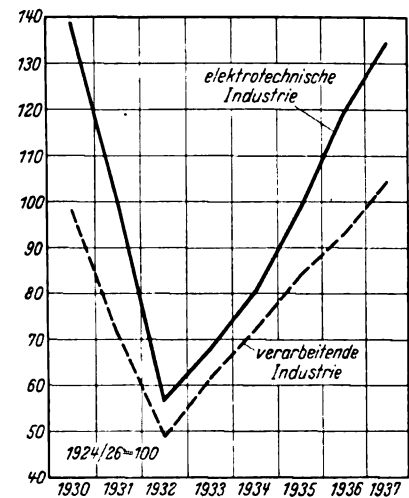


Abb. 1. Entwicklung der Aktienkurse (Index im Jahresdurchschnitt).

Index sich von 48,95 (1932) auf 104,42 (1937) nur etwas mehr als verdoppelt hat.

9,6 Millionen Rundfunkteilnehmer. — Die Aufwärtsbewegung der deutschen Hörerkurve hat sich auch in den ersten Monaten des laufenden Jahres weiter fortgesetzt. Am 1. April 1938 waren 9,57 Mill Rundfunkteilnehmer angemeldet gegenüber

9,1 Mill im Januar. Die Zunahme um 500 000 Hörer ist damit stärker als die in der Vergleichszeit des Vorjahres, in der nur 354 000 neu hinzukamen. Wie aus der Zahlentafel 1 ersichtlich ist, hat das vergangene Jahr insgesamt einen Hörerzuwachs von rd. 1 Mill gebracht. Die seit 1933 zu beobachtende Zunahme von durchschnittlich jährlich 1 Mill Rundfunkteilnehmern hält demnach weiter an. Heute entfallen auf 1000 Einwohner bereits 141 Rundfunkteilnehmer gegenüber 134 zu Anfang dieses Jahres und nur 93 Anfang 1935. Die im Verlauf der letzten fünf Jahre erreichte starke Rundfunkverbreitung wird am besten verdeutlicht, wenn man die Zahl der Rundfunkteilnehmer mit der der Haushaltungen vergleicht. Danach verfügen heute von 100 Haushaltungen 53,4 Haushaltungen über ein eigenes Empfangsgerät. Es ist somit jede zweite deutsche Haushaltung im Besitze eines Empfangsgerätes, während vor fünf Jahren nur jede vierte Familie über einen Rundfunkapparat verfügte.

Zahlentafel 1. Rundfunkteilnehmer in Deutschland.

Stichtag	Teilnehmer		
	Insgesamt	auf 1000 Einwohner	auf 100 Haushaltungen
1. 1. 1932	3 980 852	61,2	24,1
1. 1. 1933	4 307 722	66,2	25,9
1. 1. 1934	5 052 697	77,7	28,5
1. 1. 1935	6 142 921	93,0	34,6
1. 1. 1936	7 192 952	108,9	40,6
1. 1. 1937	8 167 957	123,7	46,1
1. 1. 1938	9 087 454	134,0	50,6
1. 4. 1938	9 574 781	141,0	53,4
1. 4. 1937	8 511 959	126,0	47,4

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus
Fernsprecher: 30 06 31. — Postscheckkonto: Berlin 21312.
Postscheckkonto für Mitgliedsbeiträge: Berlin 1810 00.

Neuer Vorsitzender des VDE.

Der bisherige Vorsitzende, Herr Reichspostminister Dr. Ohnesorge, der sein Amt auf Bitten des Herrn Generalinspektors Dr. Todt über seine mit dem Jahre 1937 ablaufende Amtsperiode weitergeführt hatte, hat im Einvernehmen mit Herrn Dr. Todt zum neuen Vorsitzenden Herrn Dr. Rissmüller bestimmt. Die Einführung des Vorsitzenden durch Herrn Reichsminister Dr. Ohnesorge erfolgt auf der Mitgliederversammlung des VDE am 24. Mai in Köln.

Zur VDE-Tagung in Köln.

Nur noch wenige Tage trennen uns von dem Beginn der Mitgliederversammlung des VDE, die seit langer Zeit wieder einmal in der alten rheinischen Hansestadt Köln stattfindet. Enge Beziehungen verknüpfen die deutsche Elektrotechnik mit dem Rheinland, zahlreiche weltbekannte Firmen der Elektroindustrie und bedeutende Einrichtungen der Elektrizitätsversorgung haben in unmittelbarer Nähe der Stadt Köln ihren Sitz. Ein anschauliches Bild über diese Zusammenhänge gibt der vorstehend veröffentlichte Aufsatz des Herrn Hoerner¹⁾.

Es ist jedoch nicht nur die Elektroindustrie und die Elektrizitätsversorgung, die diese Bindung mit dem Rheinland hat, es entspricht auch einer alten Tradition des Zusammenschlusses aller deutschen Elektrotechniker, wenn gerade die Stadt Köln als Tagungsort bevorzugt wird. In diesem Jahre ruft der Verband Deutscher Elektrotechniker zum dritten Male seine Mitglieder in die rheinische Hauptstadt. Bereits im ersten Jahre seines Bestehens fand die Jahrestagung des jungen Zusammenschlusses der Elektrotechniker in Köln statt. Damals sprach der erste Vorsitzende, Prof. Slaby, die grundlegenden Worte, die auch heute noch für die gesamte Arbeit des Verbandes richtungweisend sind: Pflege der Wissenschaft und Wahrung der Würde und Bedeutung der deutschen Elektrotechnik unter bewußter Berücksichtigung nationaler Interessen sind heute noch die Grundlagen, auf denen sich die gesamte Arbeit des Verbandes aufbaut.

16 Jahre später, im Jahre 1909, fand wiederum eine Jahresversammlung in Köln statt. Dort konnte bereits der damalige Vorsitzende, unser heutiges Ehrenmitglied, Prof. Görges, einen stolzen Bericht über die Arbeiten des Verbandes erstatten²⁾. Die Arbeiten des VDE auf dem Gebiet der Sicherheitsvorschriften konnte er dahin zusammenfassen, „daß nicht Polizeiaufsicht, sondern Tüchtigkeit und selbstgezügelte Schranken die Gefahren beschwören und hintanhaltend, die mit der Benutzung jeder Naturkraft auftreten können“. Im Zusammenhang mit der damals geplanten Besteuerung der Beleuchtungsmittel konnte er darauf hinweisen, daß das elektrische Licht kein Luxus sei, und er sagt weiter: „Es sind die Arbeiter, denen es die Arbeitsplätze erhellt. Es ist und wird immer mehr das Licht des kleinen Mannes, und nicht bloß an den Arbeitsstätten, denn jetzt schon gibt es Gegenden, wo keine Arbeiterwohnung ohne elektrisches Licht vermietbar ist“. Weiter konnte Görges im Zusammenhang mit dem damals im Ausbau begriffenen Überlandleitungsnetz der deutschen Energieversorgung auf folgendes hinweisen: „Vor allem bemächtigt sich die Elektrizität jetzt allmählich der Landwirtschaft, die zurzeit in günstiger Wirtschaftslage durch den Elektromotor ein wirksames Mittel in der Hand hat, der Leutenot zu steuern. Und welcher patriotisch denkende Mann würde es nicht mit Freude begrüßen, wenn die Landwirtschaft noch leistungsfähiger würde“. Diese Worte haben damals vorausschauend die Entwicklung gekennzeichnet und haben auch heute noch nicht an ihrer Bedeutung verloren.

In diesem Jahre wird der VDE nun sein 45jähriges Bestehen wiederum in der rheinischen Hansestadt feiern. Die Tagung wird am Sonntag, dem 22. Mai, abends 20 Uhr, mit einem Jungingenieurtreffen eröffnet. Der Obmann des VDE-Bezirk Köln, Dir. H. Franken VDE, wird die Tagungsteilnehmer begrüßen, sodann wird der Reichsschulungswalter des NSBDT E. Maier über die Ethik des Ingenieurberufes und Dr.-Ing. W. Maurer VDE über technisch-wissenschaftliche Fragen des Verbundbetriebes sprechen. Dieses Jungingenieurtreffen soll die Zusammengehörigkeit der Elektrotechniker mit ihren jungen Fachgenossen bekunden.

Der zweite Tag ist im wesentlichen der technisch-wissenschaftlichen Arbeit des Verbandes gewidmet. Vormittags und nachmittags werden in je 5 Parallelgruppen 40 Fachberichte gehalten, in denen wichtige Sondergebiete der Elektrotechnik behandelt werden³⁾. Dabei ist den Fachgenossen Gelegenheit gegeben, in den Aussprachen zu den neuzeitlichen Problemen der Elektrotechnik Stellung zu nehmen. Weiterhin wird ein Begrüßungsabend in der großen Messehalle die Teilnehmer zusammenführen.

Am Dienstag, dem 24. Mai, sind vormittags die restlichen 20 Fachberichte wiederum in 5 Parallelgruppen vorgesehen³⁾. Der Nachmittag wird von der Hauptveranstaltung der Tagung ausgefüllt, die in der weltbekannten Festhalle der Stadt Köln, dem Gürzenich, stattfindet. Auf der Mitgliederversammlung wird über die Arbeiten und Ziele des Verbandes berichtet. Sodann wird Direktor Dr.-Ing. E. h. R. Bingel VDE zu dem Hauptvortrag über „Die Elektrotechnik industrieller Anlagen“ das Wort ergreifen. Ein gemeinsames Abendessen in der großen Messehalle bildet den Abschluß des Tages.

Am Mittwoch, dem 25. Mai, finden Besichtigungen und Ausflüge statt. Zahlreiche Besichtigungen von Industriewerken in der Stadt Köln oder deren unmittelbarer Umgebung sind vorgesehen, wobei dann für den Nachmittag ein Rheinausflug angeschlossen werden kann. Statt dessen können auch ganztägige Ausflüge nach Aachen (Technische Hochschule), Langenberg (Reichssender Köln) und in die Eifel (Ordensburg Vogelsang) gewählt werden. Abends findet als Tagungsabschluß eine Dom- und Rheinuferbeleuchtung statt. — Neben den offiziellen Veranstaltungen werden für die an der Tagung teilnehmenden Damen zahlreiche Sonderveranstaltungen durchgeführt, die über Kunst und Kultur in der Stadt Köln unterrichten und fröhliche Unterhaltung bieten.

Wie in den Vorjahren wird allen Jungingenieuren die Teilnahme an der Tagung zu einem Viertel des Preises der anderen Teilnehmerkarten ermöglicht; trotzdem ist in diesem Preis die Teilnahme an allen Veranstaltungen, sowie die Lieferung des Fachberichtbandes einbegriffen. Es wird mit einer großen Beteiligung von Jungingenieuren gerechnet, zumal viele Firmen die Teilnahme durch Gewährung von Sonderurlaub und Reisezuschüssen ermöglicht haben. Auch hat der VDE einer größeren Zahl von Jungingenieuren nicht unerhebliche Zuschüsse zur Verfügung gestellt.

Die Tagung wird einen Rückblick über die Arbeiten des Verbandes, eine Übersicht über den derzeitigen Stand der Elektrotechnik und einen Ausblick auf die noch zu lösenden Aufgaben bringen. Sie wird allen technisch interessierten Volksgenossen die Bedeutung der Elektrotechnik im Rahmen des Aufbaues der deutschen Wirtschaft vor Augen führen und allen Fachgenossen wertvolle Anregungen für ihre Arbeit im kommenden Jahre vermitteln. Darum geht an alle mit der deutschen Elektrotechnik verbundenen Kreise nochmals die Aufforderung:

Kommt zur Tagung der Elektrotechniker am 22. Mai nach Köln.

VDE-Fachberichte 1938 — Programmheft.

Das Programmheft der VDE-Fachberichte 1938, die während unserer 40. Mitgliederversammlung in Köln am 23. und 24. Mai vorgetragen werden, ist soeben erschienen. Das Heft im Umfange von 32 Seiten DIN A 5 enthält den genauen Zeitplan, Angaben über Zeit und Ort der Fachberichte, alphabetische Übersichten über die Einführenden und Fachberichtersteller sowie vor allem Inhaltsangaben der einzelnen Vorträge.

¹⁾ Siehe Seite 489 dieses Heftes.

²⁾ ETZ 30 (1909) S. 600.

³⁾ ETZ 50 (1938) S. 453.

Den Teilnehmern an der Mitgliederversammlung wird das Programmheft zusammen mit dem Teilnehmerheft vorher zugestellt. Im übrigen kann es von der Geschäftsstelle des VDE, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, kostenlos bezogen werden.

Besuchsabkommen mit ausländischen elektrotechnischen Vereinigungen.

In ETZ 59 (1938) H. 1, S. 28 und H. 8, S. 205 wurde über die mit zahlreichen ausländischen elektrotechnischen Vereinigungen getroffenen Besuchsabkommen berichtet. Auf Grund einer Anregung der entsprechenden Rumänischen Vereinigung wurde nunmehr auch mit der

Asociația Generală a Producătorilor și Distribuitorilor de Energie Electrică din România (A.P.D.E., Association Générale des Producteurs et Distributeurs d'Énergie Électrique en Roumanie), Bukarest S. 3, Bulevardul Take Ionescu Nr. 33

ein Besuchsabkommen der gleichen Art abgeschlossen. Wir bitten unsere Mitglieder, bei Reisen nach Rumänien von diesem Abkommen Gebrauch zu machen.

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Der Geschäftsführer:

Blendermann

Aus den VDE-Bezirken.

Bezirk Berlin-Brandenburg

vormalis Elektrotechnischer Verein E. V.

(Gegründet 1879)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 IV, VDE-Haus.
Fernsprecher: 34 88 85.

Bezirksversammlung

am Donnerstag, dem 12. Mai 1938, 20⁰⁰, im Großen Hörsaal des Physikalischen Instituts der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, Kurfürsten-Allee 20/22.

Vortrag

des Herrn Ministerialrat Dipl.-Ing. F. Gladenbeck, Berlin, über das Thema:

„Die neuere Entwicklung in der Technik der Fernmeldeübertragung auf Drahtleitungen“.

Eintritt und Kleiderablage frei.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Die nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um 18⁰⁰ im Jungingenieurzimmer des VDE-Hauses, Charlottenburg, Bismarckstraße 33, statt. Die Teilnahme ist frei. VDE-Mitgliedschaft ist nicht Bedingung.

Elektrische Bahnen. Leiter: Reg.-Baumeister a. D. Dr.-Ing. H. Kother VDE.

12. 5. 1938 Sonderveranstaltung gemeinsam mit dem VDI-Arbeitskreis „Verkehrstechnik“. Besichtigung einer Obuslinie der BVG. Treffpunkt: Wannseebahnhof Steglitz, unten. Zeit: 8⁰⁰.

24. 5. 1938 Der Vortrag „Das Burstenproblem“ der laufenden Vortragsreihe wird wegen der VDE-Tagung auf das Winterhalbjahr 1938/39 verlegt.

Allgemeine Elektrotechnik. Leiter: Dr.-Ing. V. Aigner VDE.

12. 5. 1938 Vortragsreihe: Relais in der Starkstromtechnik. 7. Abend: „Die Schaltungen des Distanzschutzes unter besonderer Berücksichtigung der Doppelschleüferrfassung“, Vortragender: Dipl.-Ing. A. Thewalt.

Elektrizitätswerke. Leiter: Oberingenieur Dipl.-Ing. B. J. v. d. Knesebeck VDE.

13. 5. 1938 Vortragsreihe: Berechnung und Bau eines modernen Dampfkraftwerkes. 9. Abend: „Die elektrischen Schaltanlagen in Kraftwerken“, Vortragender: Dipl.-Ing. Meiners VDE.

Elektromaschinenbau. Leiter: Ingenieur K. Bätz VDE.

16. 5. 1938 Vortragsreihe: Sonderausführungen elektrischer Maschinen. 6. Abend: „Geregelte Maschinen (Regelkaskaden)“, Vortragender: Dipl.-Ing. W. Nürnberg VDE.

Fernmeldetechnik. Leiter: Obering. Dipl.-Ing. K. Wagner VDE.

17. 5. 1938 Vortragsreihe: Netzbildung und Leitungsausnutzung (1. Fortsetzung). a) Aufbau und Ausnutzung der deutschen Fernsprechkabel, b) Telegraphie auf Drahtleitungen, c) Drahtfunk. Vortragender: a) Ingenieur H. Meike, b) Dipl.-Ing. H. Jurzyk VDE, c) Dipl.-Ing. P. Mentz VDE.

Elektrophysik. Leiter: Dr.-Ing. F. Hauffe VDE.

19. 5. 1938 Vortragsreihe: Physik und Technik der Trockenplatten-Gleichrichter. 3. Abend: „Selengleichrichter“, Vortragender: Ingenieur K. Maier VDE.

Industrieanlagen. Leiter: Dr.-Ing. R. v. Meibom VDE.

20. 5. 1938 Der Vortrag: „Die Wahl der Spannung bei der Planung von Industrieanlagen“ ist auf den 17. 6. 1938 verlegt.

Hochspannungstechnik. Leiter: Dr.-Ing. G. Hameister VDE.

27. 5. 1938 „Kompressorlose Druckgasschalter als Leistungsschalter und Leistungstrennschalter“, Vortragender: Dipl.-Ing. Schultheiss VDE.

VDE Bezirk Berlin-Brandenburg

vormalis Elektrotechnischer Verein E. V.

Der Geschäftsführer:

Burghoff

Sitzungskalender.

VDE, Bezirk Hansa, Hamburg. 18. 5. (Mi), 20⁰⁰. Techn. Staatslehranstalt: „Die Entwicklung und der heutige Stand der transformatorischen Spannungsregelung“ (m. Lichtb.). Obering. Heyn.

VDE, Bezirk Saar, Saarbrücken. 13. 5. (Fr), 20⁰⁰. Handwerkskammer: „Der Phasenschieber-Kondensator unter dem Einfluß stationärer und nichtstationärer Überspannungen in Versorgungsnetzen“ (m. Lichtb.). Dr.-Ing. P. Hochhäuser VDE.

VERSCHIEDENES.

BRIEFE AN DIE ETZ.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Wissenschaftlichen Leitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

**Bemerkungen zu der Arbeit des
Herrn C. Krohne in der ETZ 58 (1937) S. 1153.**

621. 316. 9 : .1

Zu den von Herrn Dr. Krohne in seinem Aufsatz erwähnten Messungen von Erdungswiderständen an Wasserleitungen möchte ich folgendes ergänzend und teilweise bestätigend hinzufügen: Es wirkt überraschend zu hören, daß Hausleitungen, wenn sie vom Gesamtverteilungsnetz abgetrennt sind, doch noch einen so geringen Erdungswiderstand haben, daß man oft keinen Unterschied feststellen kann zwischen angeschlossenem und abgetrenntem Zustand, und doch habe ich im Jahre 1933 das gleiche feststellen können und führte es damals darauf zurück, daß die Wasserleitungen (es hat sich durchweg um Anlagen in größeren Miethäusern gehandelt) an vielen Stellen mit der Gasleitung in Verbindung stehen (Warmwassergeräte) und diese im abgetrennten Zustand der Wasserleitung die Erdung übernimmt. Neuere Messungen an Gasleitungen hier in Berlin haben jedoch gezeigt, daß auch diese bei getrenntem Hausanschluß, selbst wenn mit Sorgfalt alle

Verbindungen mit der Wasserleitung für die Zeit der Messung aufgehoben waren, einen sehr geringen (meist in der Größenordnung von 1 Ω liegenden) Erdungswiderstand aufweisen.

Eine Reihe weiterer Versuche sei noch erwähnt: Ich habe an verschiedenen Stellen des Hamburger Wasserrohrnetzes den Erdungswiderstand kurzer, ganz vom übrigen Leitungsnetz getrennter Strecken bei ganz verschiedenen Bodenverhältnissen gemessen. Er lag durchweg so niedrig, daß auch die kurzen Leitungsstücke schon als Erder für die meisten Fälle ausgereicht hätten. Erwähnt sei hier besonders ein Stück einer 350er Leitung mit Schweißmuffen und Wollfilzpappisolierung, die zur Zeit der Messung noch nicht sehr lange in der Erde lag. Trotz der als sehr gut bekannten Isolierung der Leitung lag der Erdungswiderstand des vom Netz abgetrennten Leitungstückes, an dem auch keine Anschlüsse lagen, nicht höher als der anderer untersuchter Leitungen¹⁾. Von dieser Seite her bestehen also keine Bedenken gegen die Benutzung der Wasserleitung als Erder für Starkstromleitungen, denn es entstehen auch bei verhältnismäßig kurzen Leitungen schon keine unzulässigen Berührungsspannungen. Doch muß noch folgender Versuch beachtet werden:

¹⁾ S. a. Gas- u. Wasserfach 79 (1936) S. 7, Tafel IV, letztes Beispiel

Zur Untersuchung der Wirkung von neueren Muffenbauarten habe ich 1933 auch ein Stück einer eigens zu diesem Zweck verlegten Leitung, bestehend aus drei 100 mm-Gußrohren mit Gelsenkirchener Schraubmuffen, geprüft, wie wir sie damals fast ausschließlich bei Neulegungen verwendeten. Der Erdungswiderstand dieser kurzen Strecke von 15 m ergab sich etwa eine Woche nach der Verlegung durch Strom- und Spannungsmessung zu etwa 5Ω bei allen verwendeten Stromstärken bis zu 70 A, ließ also in Anbetracht der Kürze der Leitung keine Bedenken aufkommen. Bei Herausnahme der Rohre zeigte sich jedoch, daß die Bleieinfassungen der Gummiringe angeschmort waren¹⁾. Wenn daher auch eine solche Leitung bei einiger Länge als Erder der VDE-Vorschriften bezüglich der entstehenden Berührungsspannung vollständig genügt, so sollte diese beobachtete Beschädigung der Dichtungen doch sehr zu Bedenken Anlaß geben. Es ist dies wohl auch der Grund, warum die Hamburgischen Elektrizitätswerke sich bezüglich ihrer Einstellung zu der Frage der Benutzung der Wasserleitungen zur Erdung von Starkstromanlagen heute abwartend verhalten, wie es eine mir kürzlich gewordene Auskunft zeigt. Es genügt meines Erachtens nicht, einfach den Erdungswiderstand zu messen, sondern man muß auch die Bauart der Leitung berücksichtigen. Weitere Versuche über die den neueren Muffenbauarten zumutbaren Stromstärken wären hierfür und auch bezüglich der Anwendung der Blitzableitervorschriften sehr erwünscht²⁾.

Berlin, Januar 1938.

G. Böninger.

Stellungnahme zur Zuschrift des Herrn Böninger.

Die von Herrn Böninger erwähnten Messungen an Wasserleitungsnetzen decken sich sehr gut mit den in Berlin und in anderen Städten gefundenen Ergebnissen und bestätigen, daß das innerhalb eines Hauses verlegte Wasserleitungsnetz selbst bei Abtrennung vom Straßenrohrnetz in den meisten Fällen für eine Schutzerdung hinreichend geringe Widerstände aufweist. Ich stimme mit Herrn Böninger in der Feststellung überein, daß das Wasserleitungsnetz in ausgedehnten Gebäuden vielfach mit anderen gut geerdeten Leitungssystemen, wie Gasrohren oder den Leitungen von Zentralheizungen, sowie mit geerdeten leitenden Gebäudeteilen verbunden ist, so daß es meistens für die Größe des Erdungswiderstandes belanglos ist, ob die Hauswasserleitung mit dem Straßenrohrnetz Verbindung hat oder ob diese Verbindung etwa durch Ausbau des Wassermessers unterbrochen ist. Bei kleineren Siedlungshäusern ist außerdem meistens eine im Erdboden liegende Anschlußleitung für die Bewässerung des Gartens vorhanden, bereits wenige Meter einer solchen Leitung ergeben aber schon einen günstigen Erdungswiderstand.

Dieser Umstand macht die Elektrizitätswerke, die die Wasserleitung zum Zwecke der Schutzerdung verwenden wollen, in großem Umfange von der Beschaffenheit des Straßenrohrnetzes unabhängig. Selbst einige Muffen im Zuge der Leitung, die keine leitende Verbindung einzelner Rohrteile darstellen, können den ohnehin vorhandenen günstigen Erdungswiderstand nicht verschlechtern. Gleichwohl wird es natürlich erforderlich sein, vor Anwendung der Schutzerdung sich durch eine Messung von der Güte der Wasserleitungserde zu überzeugen. In diesem Zusammenhang möchte ich noch auf eine Möglichkeit hinweisen, die geeignet ist, unzulänglich angetroffene Erdungsverhältnisse in den meisten Fällen zu verbessern und das Straßenrohrnetz der Wasserleitungsverwaltungen auch im Störfalle weitgehend von Fehlerströmen zu entlasten, nämlich auf die Verbindung zwischen Wasserleitungsnetz und Kabelbleimantel am Hausanschluß.

Berlin, 17. 3. 38.

E. Krohne VDE.

BUCHBESPRECHUNGEN.

621. 318. 423

Eisenlose Drosselspulen. Mit einem Anhang über Hochfrequenz-Massekernspulen. Von J. Hak. Geleitwort von Prof. Dr.-Ing. e. h. F. Emde. Mit 253 Abb. auf 68 Tafeln, 32 Zahlentafeln, VIII u. 246 S. im Format B 5. K. F. Koehler Verlag, Leipzig 1938. Preis geb. 28 RM.

Das vorliegende Buch gibt erstmalig eine zusammenhängende und vollständige Darstellung aller Probleme die die Berechnung, Konstruktion, Messung und Verwendung von eisenlosen Spulen betreffen. Wohl findet man im älteren

Schrifttum zahlreiche Formeln zur Berechnung der Induktivität von Spulen verschiedenartigster Bauformen; die Grenzen ihrer Anwendbarkeit waren jedoch recht unsicher. Es ist das Verdienst des Verfassers, diese vielen Einzelarbeiten kritisch beleuchtet und ihnen schließlich eine graphische Zusammenfassung gegeben zu haben, die von der idealen Zylinderspule über die Spule mit beliebigem Rechteckquerschnitt bis zur idealen Flachspule reicht. Damit ist auch die Wirtschaftlichkeitsberechnung der Spule auf eine einwandfreie Grundlage gestellt worden. Ebenso wird die Berechnung der Gegeninduktivität von Spulen in den verschiedensten gegenseitigen Lagen eingehend mathematisch behandelt. Die zahlreichen weiteren Abschnitte des Buches, die schließlich auf die Verwendung von Drosselspulen für den Überspannungs- und Überstromschutz, ihre konstruktive Durchbildung und die Verfahren zu ihrer Messung eingehen, zeigen die vollkommene Meisterschaft des Verfassers, der wie kaum ein anderer auf diesem Gebiete zu Hause ist. Darüber hinaus wendet sich das Buch aber auch an den Hochfrequenztechniker, der darin alles Wissenswerte über Bau und Messung von Spulen der Funktechnik findet, um so mehr als in einem besonderen Anhang die im heutigen Empfängerbau verwendeten Massekernspulen kritisch betrachtet werden. Man kann dem Hakschen Buch nur wünschen, daß es eine rasche und weite Verbreitung finden möge, um als bald unentbehrlicher Ratgeber überall zur Verfügung zu stehen.

R. Küchler VDE.

621. 357

Die Untersuchung und Richtigstellung galvanotechnischer Bäder und die Erprobung der galvanotechnischen Metallniederschläge. Von Dr. A. Wogrinz. Mit 15 Abb. u. 77 S. im Format 160 × 230 mm. Verlag Martin Boerner, Halle (Saale) 1937. Preis kart. 4 RM.

Unter Hinweis auf die zunehmende wissenschaftliche Durchdringung der früher zumeist nur dem Praktiker eingehenden bekannten Verfahren der Galvanotechnik und die Bedeutung des Oberflächenschutzes von Metallwaren in der heutigen Volkswirtschaft bringt der Verfasser in einem kleinen und handlichen Buch eine Auswahl bewährter Vorschriften für die Untersuchung der wichtigsten galvanischen Bäder und eine Übersicht über die Untersuchung der galvanotechnischen Metallniederschläge.

Das Buch bringt zunächst eine Reihe allgemeiner Erläuterungen über die wichtigsten, insbesondere dem Praktiker dienenden Untersuchungsverfahren, wobei im besonderen auch an die für die Einstellung der Bäder heute wichtigen pH -Werte, d. h. die Wasserstoffionenkonzentration der Bäder gedacht ist. Einen Hauptteil des Buches nehmen die Sonderverfahren zur Untersuchung und zur Richtigstellung der häufiger gebrauchten Bäder ein, soweit sie der üblichen galvanotechnischen, d. h. der kathodischen Metallabscheidung dienen und nicht etwa den Zwecken der anodischen Oxydation zum Schutze von Aluminium und Aluminiumlegierungen durch die bekannten Eloxal-Verfahren. Berücksichtigt werden hierbei die Chrombäder, die Nickelbäder, die sauren Zink- und sauren Kupferbäder, die Silberbäder, die zyanalkalischen Zink-, Kupfer-, Messing- und Kadmiumbäder und schließlich noch die Goldbäder. Es folgt eine Übersicht über die wichtigsten Wege zur Erprobung galvanischer Niederschläge, z. B. zur Feststellung der Dicke, zur Prüfung der Porosität, der Härte usw. — Das Büchlein dürfte insbesondere allen denen, die mit der praktischen Galvanotechnik mehr oder weniger in Berührung stehen, ein begrüßenswerter Helfer sein. Die Abschnitte werden fallweise durch Hinweise auf Sonderarbeiten unterstützt. Es wäre von diesem Standpunkte aus vielleicht der Hinweis auf noch einige weitere Arbeiten des deutschen Schrifttums zweckmäßig gewesen, beispielsweise über die Praxis der Verchromung, usw.

G. Eger.

546 (021)

Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie. 8. Aufl. Herausg. Deutsche Chemische Gesellschaft. Format 180 × 260 mm. Verlag Chemie, G. m. b. H., Berlin 1937.

System-Nummer 59, Eisen.

Teil C, Lieferung 1: Härteprüfverfahren. 1937. Mit zahlr. Abb. u. 162 S., Preis kart. 25 RM.

Teil C, bearbeitet von E. Franke, behandelt Prüfverfahren und mechanisch-technologische Eigenschaften der Kohlenstoffstähle sowie der legierten Stähle. Die Ende 1937 erschienene 1. Lieferung umfaßt auf rund 150 Seiten die Härteprüfverfahren unter Schrifttumberücksichtigung bis April 1937. Hier werden einmal die einzelnen üblichen Prüfverfahren in aller das neue

¹⁾ Wie Fußnote 1, Tafel IV, erstes Beispiel, ferner: Gas- u. Wasserfach 80 (1937) S. 607 rechts.

²⁾ Gas- u. Wasserfach 80 (1937) S. 604.

Gmelin-Handbuch kennzeichnenden kritischen Gründlichkeit dargelegt, weiterhin die Beziehungen der verschiedenen Härtezahlen untereinander und diejenigen zwischen Härte und anderen mechanischen Prüfgrößen. Gerade diese, den Eindruck einer geschlossenen Monographie erweckende Lieferung läßt wieder mit eindringlicher Deutlichkeit erkennen, welch ungemein wertvolles literarisches Werkzeug die neue Gmelin-Bearbeitung auch dem Physiker, Metallographen und Werkstoffingenieur an die Hand gibt.

Teil D, Ergänzungsband I: Magnetische und elektrische Eigenschaften des Eisens und seiner Legierungen. 1937. Mit 166 Fig. u. 148 S. Preis kart. 24 RM.

Dieser Ergänzungsband knüpft sowohl an den Ende 1936 erschienenen Teil D: Magn. u. elektr. Eigenschaften der legierten Stähle — wie auch an die 7. Lieferung des Teils A: Magn. u. elektr. Eigensch. des reinen und kohlenstoffhaltigen Eisens (ersch. 1934) an und führt die genannten Bände durch Nachträge bis auf den Schrifttumstand von Sept. 1937 fort; zugleich werden Berichtigungen und Ergänzungen an den früheren Texten beigelegt. Die Stoffanordnung ist durchaus die gleiche wie im Teil D. Auch hat die Bearbeitung wieder allein in den Händen von O. von Auwers gelegen; die ihm in dieser Zeitschrift bei Besprechung des Teiles D gezollte hohe Anerkennung erstreckt sich unvermindert auch über den vorliegenden Nachtragsband.

System-Nummer 22, Kalium, Lieferung 2—4. 1937, S. 247 bis 932. Preis kart. 42, 47, 20 RM.

Der Kaliumband ist binnen kurzem mit drei Lieferungen vorangeschritten.

Lieferung 2 — Schrifttum berücksichtigt bis Okt. 36 — umschließt die Verbindungen des Kaliums mit Stickstoff (Nitrid, Amid, Nitrit, Nitrat usw.), mit Fluor und Chlor sowie die K-salze der Chlorsauerstoffsäuren (KClO , KClO_2 , KClO_3 , KClO_4).

Lieferung 3 — Schrifttum erfaßt bis April 1937 — behandelt die Verbindungen des Kaliums mit Brom und Jod und den entsprechenden Halogensauerstoffsäuren, weiterhin mit Schwefel, Schwefelsauerstoffsäuren und Stickstoffschwefelsäuren, endlich die Selen- und Tellurhaltigen K-salze.

Lieferung 4 — Schrifttum berücksichtigt bis Aug. 1937 — umfaßt die Verbindungen zwischen Kalium und Bor (Borane, Borate usw.), sodann alle unter die Kennzeichnung Kalium und Kohlenstoff fallenden Verbindungsgruppen, wie Karbide, Karbonate, Zyanid, Zyanat, Rhodanid, Formiat und Azetat.

Die hoffentlich bald bevorstehende Vollendung des Bandes Kalium wird einem in den letzten Jahren immer fühlbarer gewordenen Bedürfnis der Chemiker und Physiker entgegenkommen.

System-Nummer 24, Rubidium. 1937. Mit 7 Abb., XVIII u. 250 S. Preis kart. 42 RM.

Der abgeschlossene Band beginnt mit natürlichem Vorkommen und Ursprung des Rubidiums, mit der Gewinnung von Rubidium-(und Caesium-)Verbindungen, die bekanntlich in den letzten zehn Jahren neue Wege beschritten und diese verhältnismäßig seltenen Alkalien wesentlich leichter zugänglich gemacht hat, behandelt in der zu erwartenden Reichhaltigkeit die gesamte physikalische und chemische Charakteristik des Elementes und anschließend alle bisher bekannten und teilweise recht eingehend untersuchten Verbindungen des Rubidiums.

Magnesium-Legierungen. Patentsammlung, geordnet nach Legierungssystemen von Oberregierungsrat Dipl.-Ing. A. Grützner unter Mitarb. v. Regierungsrat Dipl.-Ing. G. Apel und Regierungsrat Dipl.-Ing. C. Götze. Zugleich Anhang zu Magnesium Teil A in Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie. 8. Aufl. Herausg. v. d. Deutschen Chemischen Gesellschaft. Mit VIII u. 192 S. Tabellen im Format B 5. Verlag Chemie G. m. b. H., Berlin 1937. Preis kart. 20 RM, geb. 23 RM.

Diese Zusammenstellung der Patente über Magnesiumlegierungen will, ähnlich wie die vom gleichen Bearbeiter in Anhängen zum Gmelin-Handbuch gelieferten Patentsammlungen über Eisen- und Aluminiumlegierungen, durch lexikalisch-übersichtliche Anordnung nach der Zusammensetzung der Legierungen, d. h. in alphabetischer Reihenfolge der chemischen Symbole der einzelnen Legierungssysteme bildenden Elemente, den Benutzer in den Stand setzen, sich bequem und unter Zeitersparnis über alles zu unterrichten, was auf diesem Gebiet patentrechtlich geschützt worden ist. Das umfangreiche Tabellen-

werk verzeichnet unter Nachweis von Patentnehmer und -nummer nicht allein die qualitative und gegebenenfalls quantitative Zusammensetzung der einzelnen Legierungen, sondern berichtet auch kurz über deren Eigenschaften und Anwendungsgebiete. Bei der Bedeutung, die heute in vielfacher Hinsicht die Leichtmetalllegierungen für die Technik und Wirtschaft in Anspruch nehmen, wird die vorliegende Patentsammlung als literarisches Hilfsmittel vielen von größtem Nutzen sein.

Heinrich Menzel.

EINGÄNGE.

Bücher.

Die Gauß-Schule. Festschrift zur Einweihung am 13. Dezember 1937. Mit zahlr. Abb. u. 74 S. im Format A 4. C. F. Winter'sche Verlagshandlung, Leipzig 1937. Preis kart. 2,80 RM.

[Zum Wintersemester 1937/38 hat die Gauß-Schule ein neu eingerichtetes Gebäude in der Bochumer Straße bezogen; zu diesem lange ersehnten Anlaß wurde die Festschrift herausgegeben, die über die Entwicklung der Schule berichtet, ihre neuen Einrichtungen schildert und elf wissenschaftliche, auch für die Elektrotechnik bedeutsame Arbeiten von Lehrkräften enthält. Die hohe Bedeutung der Gauß-Schule für die deutsche feinmechanische Industrie rechtfertigt den Wunsch, daß die Schule auch in Zukunft gute Erfolge zeitigen und weiter wachsen möge.]

Feuerungstechnik mit Steinkohlen Oberschlesiens. Von P. Fuchs. Mit 10 Abb., VI u. 70 S. im Format 140 × 205 mm. Verlag von Julius Springer, Berlin 1938. Preis geb. 3,60 RM.

Einführung der Normen. Maßnahmen der Behörden und der Wirtschaft. Herausg. vom Deutschen Normenausschuß E. V. Mit 76 S. im Format A 5. Beuth-Vertrieb, Berlin 1938. Preis geb. 0,55 RM.

Herstellung und Verarbeitung von Kunstharzpreßmassen. Ein Handbuch für die Praxis. Von K. Brandenburger. 2. Aufl. (In einem Band zusammengefaßt.) Mit 362 Abb. u. 355 S. im Format 155 × 230 mm. J. F. Lehmanns Verlag, München u. Berlin 1938. Preis geb. 20 RM, geb. 22 RM.

Niederfrequenzverstärker und Übertragungsanlagen. Von Dr. P. Hatschek und R. Wigand. 2. erweit. Aufl. Mit 217 Abb. u. 247 S. im Format 155 × 230 mm. Union Deutsche Verlagsgesellschaft Roth & Co., Berlin, 1938. Preis kart. 12 RM.

Veranstaltungen anderer Vereine.

Deutscher Kälte-Verein im VDI und NSBDT. Berlin, gemeinsam mit der Haupttagung des Fachausschusses für die Forschung in der Lebensmittelindustrie. 30. 5. bis 1. 6. Frankfurt a. M.: Hauptversammlung. Näheres durch die Geschäftsstelle Berlin NW 7, Ingenieurhaus.

Deutsche Lichttechnische Gesellschaft, Bezirksgruppe Leipzig. 17. 5. (Di), 20⁰⁰. Städt. Kaufhaus: „Aus der Arbeit neuzzeitlicher Lichttechnik und über die Aufgaben der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft“ (m. Lichtb. u. Vorführ.). Prof. Dr.-Ing. habil. R. G. Weigel.

Verein deutscher Ingenieure, Berlin. 27. bis 30. 5. 76. Hauptversammlung in Stuttgart. 13 Fachsitzungen. Näheres durch die Geschäftsstelle: Berlin NW 7, Ingenieurhaus.

Verein deutscher Heizungsingenieure im VDI. Berlin. 25. u. 26. 5., Hauptversammlung in Stuttgart.

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:

Obering. H. Bauer VDE, Mannheim, Collinstr. 41.
Prof. Dr.-Ing. L. Binder VDE, Dresden-A. 24, Bayreutherstr. 16.
Prof. Dr.-Ing. Kurt Fischer VDE, Köln-Braunsfeld, Paulstr. 2.
Studienrat Dr.-Ing. K. Hoerner VDE, Köln-Sülz, Emmastr. 4.
Ing. E. Kern, Emet-Baden (Schweiz), Rebbergstr. 12.
Dipl.-Ing. H. Röthlein VDE, Stuttgart, Keplerstr. 10.

Abschluß des Heftes: 6. Mai 1938.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDI
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE

Zuschriften sind nicht an eine persönliche Anschrift zu richten, sondern nur an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 56.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und nur mit Genehmigung des Verfassers und der Wissenschaftlichen Leitung der ETZ gestattet.

E T Z

ZUR 40. MITGLIEDERVERSAMMLUNG
DES VERBANDES
DEUTSCHER ELEKTROTECHNIKER
KÖLN 22.-25. MAI 1938

59. Jahrg. / Heft 20

19. Mai 1938

Inhalt:

	Seite
Willkommen in Köln! Von Oberbürgermeister Dr. Schmidt	513
Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. Bericht des Verbandes Deutscher Elektrotechniker anlässlich der 40. Mitgliederversammlung in Köln	514
Die Elektroindustrie	514
Die Elektrizitätswirtschaft	516
Kraftwerksbau	518
Elektrische Maschinen	519
Transformatoren	520
Stromrichter	521
Schaltanlagen und Schalteinrichtungen	522
Schaltgeräte	524
Schutz- und Steuereinrichtungen mit Relais	524
Fernwirktechnik	525
Leitungsbau	526
Hochspannungstechnik	526
Isolierstoffe	527
Elektrische Bahnen	528
Gleislose Fahrzeuge	529
Die Elektrizität in der Industrie	530
Elektrowärme	532
Lichttechnik	533
Elektrisches Nachrichtenwesen	535
Meßtechnik	537
Akkumulatoren	538
Elektrophysik (einschließlich Elektroakustik)	538
Tätigkeitsbericht des VDE 1937/38.	
Von H. Blendermann VDE, Geschäftsführer des Verbandes Deutscher Elektrotechniker	540
Der VDE als Vorschriften- und Normenstelle	540
Internationale Zusammenarbeit	544
Der VDE als technisch-wissenschaftlicher Verein des NSBDT	545

Firmen-Verzeichnis

zu den in diesem Heft enthaltenen Anzeigen

	Seite
Accumulatoren-Fabrik Aktiengesellschaft, Berlin SW 11	121
Accumulatorenfabrik Berga G. m. b. H., Rastatt i. B.	139
Accumulatoren-Fabrik Wilhelm Hagen, Soest	23
Ackermann, Karl, H., Elektrot. Fabrik, Berlin N 65	150
Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin NW 40	27 bis 40, 109, 149
Allianz und Stuttgarter Verein, Versicherungs-A.-G., Berlin W 8	108
Aluminium-Zentrale G. m. b. H., Berlin W 50	123
Apparat G. m. b. H., Esslingen a. N.	15
Askania-Werke A.-G., Bambergwerk, Berlin-Friedenau	14
Auto-Union A.-G., Chemnitz	135
Barthel, Gustav, Dresden A 21	122
Baumgartner, Franz, Köln-Klettenberg	116
Bayerisches Kabelwerk Riffelmacher & Engelhardt A.-G., Roth b. Nürnberg	125
Becker, Otto, Fabrik elektr. Maschinen und Apparate, Berlin-Schöneberg	120
Berg- und Hüttenprodukte G. m. b. H., Frankfurt a. M.	144
Bergedorfer Eisenwerk A.-G., Astra-Werke, Bergedorf	130
Bergmann Elektrizitäts-Werke A.-G., Berlin-Wilhelmsruh	105
Bettermann, Franz, Stanzwerk, Lendringsen, Kr. Iserlohn	70
Binder, Wilhelm, Maschinenfabrik, Villingen	75
Birka, Regulator G. m. b. H., Berlin-Wannsee	20
Bischoff & Hensel, Mannheim	58
Blei- und Zinnwerk Morgenstern, Hugo, Dresden A 29	150
Bogenschutz, Rudolf, Frankfurt a. M.-Höchst	140
Bokelmann & Strassburg, Berlin-Hohenschönhausen	14
Bopp & Reuther G. m. b. H., Mannheim-Waldhof	17
Braun, Franz, A.-G., Zerst. i. Anh.	116
Brown, Boveri & Cie. A.-G., Mannheim	2, 3, Beilage
Brunnquell & Co., Sondershausen, Thür.	142
Bumke & Co. G. m. b. H., Braunschweig	140
Burger Eisenwerke G. m. b. H., Burg (Hessen-Nassau)	129
Callender Kabel Gesellschaft m. b. H., Hamburg 1	126
Calora, Fabrik f. elektr. Wärme-Apparate G. m. b. H., Berlin-Tempelhof	140
Calor-Emag Elektrizitäts-A.-G., Ratingen b. Duisburg	4
Cassirer, Dr., & Co., A.-G., Berlin-Charlottenburg	21
Chemisches Werk „Helios“ Richter & Müller, Niederselitz (Sachsen)	138
Cölner Elektromotoren-Fabrik Johannes Bruncken, Köln-Bickendorf	17
Concordia Maschinen- u. Elektrizitäts G. m. b. H., Stuttgart-S.	111
Conradty, C., Nürnberg	71
Conz Elektrizitäts-Gesellschaft m. b. H., Altona-Bahrenfeld	80
Cruse, Gebr., & Co., Dresden-N 30	138
Deisting, Dr., & Co., G. m. b. H., Kierspe i. Westf.	110
Demag Akt.-Ges., Duisburg	125
Deutsche Elektrizitätswerke zu Aachen Garbe, Lahmeyer & Co. A.-G., Aachen	41
Deutsche Kabelwerke A.-G., Berlin O 112	Beilage
Deutsche Rohrleitungsbau-Aktiengesellschaft, Bitterfeld	66
Deutsche Telephonwerke und Kabelindustrie A.-G., Berlin SO 36	102
Deutsche Vacuumapparate Dreyer & Holland-Merten G. m. b. H., Sangerhausen	18
Deutsche Zähler-Gesellschaft Nachf. A. Stepper & Co., Hamburg 1	III. U.-S.
Dominitwerke A.-G., Dortmund	24
Dransfeld & Dräger, Bergisch Gladbach/Rhld.	128
Driescher, Fritz, Rheydt/Rhld.	80
Duroplattenwerk A.-G., Berlin W 35	120
EFEN, Eltville a. Rh.	140
Eisen- u. Hüttenwerke A.-G., Bochum	45
Eisen- u. Metall-Industrie E. Blum K.-G., Wattenscheid i. Westf.	19
Elektrogen-Industrie G. m. b. H., Hamburg 33	140
Elektro-Isolier-Industrie Wahn, Wilhelm Ruppert, Wahn/Rhld.	134
Elektrotechnische Fabrik J. Carl G. m. b. H., Oberweimar i. Thür.	128
Elin, A.-G. für elektrische Industrie, Wien I	6, 7
Engel, Ing., E. u. Fred., Wiesbaden	150
Erk, G. m. b. H., Ruhla	150
Excelsior-Werk Rudolf Kiesewetter, Leipzig 2	139

	Seite
Fein, C. u. E., Stuttgart	144
Feinhand e. G. m. b. H., Göttingen	150
Felten & Guilleaume Carlswerk A.-G., Köln-Mülheim	
II. U.-S.	
Fernholz Apparate, Berlin SW 48	78
Firchow, Paul, Nachfr. A.-G., Berlin SW 61	1
Flender, A. Friedr., & Co., Bocholt i. Westf.	13
Froitzheim & Rudert, Berlin-Weißensee	127
Gewerkschaft Eisenhütte Westfalia, Lünen a. d. Lippe .	128
Geyer, Christian, Nürnberg	138
Gmeiner, Robert, Werkstätten f. Feinmechanik, München 25	145
Görler-Transformatorfabrik, Berlin-Charlottenburg 1 .	67
Götz, Gebr., Maschinenfabrik, Lauter i. Sa.	76
Gorschalki, Curt, & Co., Berlin SO 36	133
Gossen, P., & Co., Komm.-Ges., Erlangen	120
Graf, Dr., G. m. b. H., Gotha	24
Grunow, Ernst, Kondensatorenbau, München 25	138
Günther, W., Nürnberg-S.	136
Hackethal-Draht- und Kabel-Werke A.-G., Hannover . .	75
Hagen, Gottfried, A.-G., Köln-Kalk	63
Hahn & Kolb, Stuttgart	115
Hansa Motorenfabrik Gust. Altmann, Altona	141
Hartmann & Braun A.-G., Frankfurt a. M.-West	101
Hasag, Glühlampenwerke, Leipzig O 5	Beilage
Haushahn, C., Maschinenfabrik, Feuerbach b. Stuttgart .	22
Heid & Co., Schöndal b. Neustadt a. Haardt	23
Heidolph, Hans, Schwabach	140
Heliogen Elektrot. Fabrik, Herm. Pawlik G. m. b. H., Bad Blankenburg i. Thür.	131
Heliowatt Werke Elektrizitäts-Aktiengesellschaft, Berlin- Charlottenburg	47
Hellermann, Paul, Hamburg 5	26
Hengstler, J., K.-G., Aldingen b. Spaichingen, Wttbg. .	150
Heraeus, W. C., G. m. b. H., Hanau a. M.	118
Hering A.-G., Nürnberg	137
Hermisdorf-Schomburg-Isolatoren G. m. b. H., Hermisdorf, Thür.	107
Hessenwerke Elektrotechnische u. Maschinenfabrik G. m. b. H., Darmstadt	118
Heymann, Dr.-Ing., Hans, Darmstadt	139
Hinkel & Sohn G. m. b. H., Frankfurt a. M. 1	20
Hochspannungs-Gesellschaft m. b. H., Köln-Zollstock . .	73
Hochvoltisolations Fr. Uhlmann & Co., Dresden A 39 . .	124
Hofmann, J. Wilh., Radebeul b. Dresden	46
Holländische Draht- und Kabelwerke A.-G., Amsterdam .	146
Hoppmann & Mulsow, Hamburg 11	24
Horn, Guido, Maschinenfabrik, Berlin-Weißensee	123
Hundt & Weber G. m. b. H., Geisweid b. Siegen	141
Hydrawerk A.-G., Berlin N 20	40
„Iba“ Industriebedarf K.-G., Berlin NW 87	150
Industrie-Werk Auma Ronneberger & Fischer, Auma/Th. .	133
Isabellen-Hütte Heusler K.-G., Dillenburg, Hess.-Nassau .	132
Isola-Werke A.-G., Birkesdorf-Düren (Rhld.)	72
Jordan, Paul, Elektrot. Fabrik, Berlin-Steglitz	59
Junghanns & Kolosche, Leipzig C 1	144
Junker, Otto, G. m. b. H., Lammersdorf, Aachen 1 Land .	136
Kabel- u. Metallwerke Neumeyer A.-G., Nürnberg 2 . .	78
Kabelwerk Duisburg, Duisburg	11
Kabelwerk Rheydt A.-G., Rheydt/Rhld.	56
Kabelwerk Vacha Akt.-Ges., Vacha (Rhön)	143
Kabelwerk Wilhelminenhof A.-G., Berlin-Oberschöneweide	137
Kade & Co. G. m. b. H., Sänitz O.-L.	138
Kaiser, Gebrüder, & Co. A.-G., Neheim a. Ruhr	114
Kampf, Erwin, Maschinen- u. Apparate-Bauanstalt, Biel- stein-Mühlen (Rhld.)	44
Kehrs, C. W., & Co. G. m. b. H., Kettwig (Ruhr)	134
Keller & Knappich G. m. b. H., Augsburg	124
Klöckner, F., K.-G., Köln-Bayenthal	99
Knorr-Bremse A.-G., Berlin O 112	82
Koch, F. C., Hohenlimburg	22
Koch & Sterzel A.-G., Dresden-A.	IV. U.-S.
Körting & Mathiesen A.-G., Leipzig-Leutzsch	12
Köttgen, H., & Cie., Berg-Gladbach	124
Konski & Krüger, Berlin N 4	129
Kostal, Leopold, Lüdenscheid	133
Kraftübertragungswerk Rheinfelden, Rheinfelden i. Bad.	129
Krenzler, Emil, Maschinenfabrik, Wuppertal-Barmen . .	128
Krogsgaard & Becker, Hamburg 30	146
Kronprinz A.-G. für Metallindustrie, Solingen-Ohligs . .	126
Krupp, Fried., Grusonwerk A.-G., Magdeburg-Buckau . .	9
Krupp Fried., A.-G., Friedrich-Alfred-Hütte, Rheinhausen	119

	Seite
Kuhlmann, Franz, Rüstringen-Wilhelmshaven	136
Kunze, Max, Elektrotechnische Fabrik, Radebeul 1	142
Land- und Seekabelwerke A.-G., Köln-Nippes	103
Lange, Dr. B., Berlin-Dahlem	26
Laver, Rudolph, Transformatorenfabrik, Berlin N 65	26
Levy, Dr. Max, G. m. b. H., Berlin N 65	145
Leybold's Nachfolger, E., Köln-Bayenthal	74
Lindner & Co., Jecha-Sondershausen	60, 61
Losenhausenwerk, Düsseldorf-Grafenberg	117
Maier, W., Komm.-Ges., Schwenningen a. N.	III. U.-S.
Mako & Vacuumtrockner G. m. b. H., Erfurt	148
Maschinenbau Aktiengesellschaft Balcke, Bochum	26
Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A.-G., Nürnberg	48
Maschinenfabrik Weingarten vorm. Hch. Schatz A.-G., Weingarten i. Wttbg.	74
Mauz & Pfeiffer, Stuttgart-Botnang	135
Meirowsky & Co. A.-G., Porz a. Rh.	98
Meissner, Arthur, Babelsberg-Potsdam	122
Metrawatt Aktiengesellschaft, Nürnberg-O.	16
Metzenauer & Jung, Wuppertal-Elberfeld	57
Michael, Kurt & Söhne, Steinach/Thür. Wald	145
Minimax A.-G., Berlin NW 7	143
Mitteldeutsche Schaltapparate Gesellschaft m. b. H., Eisenach	134
Mix & Genest A.-G., Berlin-Schöneberg	115
Möller, Conrad, Fahrzeugbau, Berlin-Tempelhof	139
Moeller, H., Komm.-Ges., Köln a. Rh.	69
Müller, Gottwalt, Maschinenfabrik, Berlin-Oberschöneweide	135
Müller, Otto, A.-G., Leipzig O 5	124
Muth & Co., Nürnberg-O.	12
Neuberger, Joseph, Fabrik elektrischer Meßinstrumente, München 25	17
Neumann, E., Hochspannungs-Apparate, G. m. b. H., Berlin-Charlottenburg 5	5
New York Hamburger Gummi-Waaren-Comp., Hamburg	149
Niedergesäss & Co., Berlin W 35	127
Nife Stahl-Akkumulatoren G. m. b. H., Berlin-Steglitz	137
Norddeutsche Kabelwerke A.-G., Berlin-Neukölln 23, Beilage Nostiz & Koch, Chemnitz	79
Nowack, Aug., Akt.-Ges., Bautzen, Sa.	113
Nürnberger Schraubenfabrik G. m. b. H., Nürnberg W.	126
Osnabrücker Kupfer- u. Drahtwerk, Osnabrück	65
Osram G. m. b. H., Komm.-Ges., Berlin O 17	97
Osram-Philips-Neon A.-G., Berlin SW 68	81
Paratect-Gesellschaft Martin u. Dr. Kropfhammer, Bors- dorf b. Leipzig	150
Pfeiffer, Arthur, Wetzlar	114
Pfisterer, Karl, Stuttgart-Untertürkheim	121
Pintsch, Julius, K.-G., Berlin O 17	130
Poetter & Schütze G. m. b. H., Essen-Rellinghausen	141
Porzellanfabrik Ph. Rosenthal & Co. A.-G., Werk Markt- redwitz, Marktredwitz, bay. Ostm.	136
Porzellanfabrik Joseph Schachtel A.-G., Sophienau, Post Bad Charlottenbrunn i. Schl.	104
Pressler, Rudolf, Werkstätten für elektr. Vakuumröhren, Cursdorf/Thür. Wald	150
Preßspanfabrik Untersachsenfeld Actiengesellschaft vorm. M. Hellinger, Untersachsenfeld	150
Prometheus-Werke Ges. für Apparatebau m. b. H., Han- nover-Herrenhausen	131
Pyro-Werk G. m. b. H., Hannover	131
Quante, Wilhelm, Wuppertal-Elberfeld	76
Radium Elektrizitäts-Gesellschaft m. b. H., Wipperfürth	130
Rectron G. m. b. H., Berlin O 112	79
Reiner, Friedrich, Telefonfabrik, München 5	19
„Reo“ Boris von Wolff, Berlin-Neukölln	141
Rheinische Draht- u. Kabelwerke G. m. b. H., Köln-Riehl Rheinische Gummi- u. Celluloid-Fabrik, Mannheim- Neckarau	8 144
Rheinische Kohlenbürstenfabrik Franz Wenzel K.-G., Ahrweiler	133
Rheinisches Elektrizitätswerk im Braunkohlenrevier A.-G., Köln	64
Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk A.-G., Essen	62
Rheinmetall-Borsig, A.-G., Berlin-Tegel	42, 43
„Rheostat“ Spezialfabrik elektr. Apparate Edmund Kussi G. m. b. H., Dresden N 23	16
Ringsdorff-Werke K.-G., Mehlem a. Rhein	18, 108
Rome, Spezialfabrik elektr. Schaltapparate, Berlin N 20	138
Rosenthal-Isolatoren G. m. b. H., Berlin W 9	51
Ruhrstrat, Gebr., A.-G., Göttingen	132

	Seite
Sachsenwerk Licht- u. Kraft A.-G., Niedersedlitz, Sa.	54, 55
Sächsische Dynamobürstenfabrik Franz Kistorz, Heidenau, Sachs.	141
Schäffer & Budenberg G. m. b. H., Magdeburg-Buckau	25
Schanzenbach, G., & Co., G. m. b. H., Frankfurt a. M.-West	117
Schenck, Carl, G. m. b. H., Darmstadt	68
Schiffmann, A., München 2 M.	129
Schiele Industriewerke Inh. Franz Schiele, Hornberg (Schwarzwaldbahn)	83
Schlothauer, C. & F., G. m. b. H., Ruhla i. Thür.	112
Schoeller & Co., G. m. b. H., Frankfurt a. M.-Süd	120
Schoeller & Hoesch, Gernsbach (Bad.)	132
Schorch-Werke A.-G., Rheydt	100
Schröder-Apparate G. m. b. H., Stuttgart-Feuerbach	127
Schunk & Ebe, Gießen	50
Seehase, Dr.-Ing., Berlin SO 36	150
Seidel, C. W., Radebeul 2	140
Siebert, G., G. m. b. H., Hanau a. M.	123
Siemens & Halske A.-G., Wernerwerk, Berlin-Siemensstadt	92, 98
Siemens-Schuckertwerke A.-G., Berlin-Siemensstadt	84 bis 91, 94 bis 96
Sistrah-Licht G. m. b. H., Stuttgart-W.	135
Söding, J. C., & Halbach, Hagen i. W.	141
Specialfabrik elektr. Maschinen vorm. Albert Ebert K.-G., Dresden-N 23	137
Spengler, Otto, Schiefer-Industrie, Möllensee, über Strausberg 2	141
Spohn & Burkhardt, Blaubeuren, Wttbg.	126
Stabilovolt G. m. b. H., Berlin SW 68	15
Starkstrom-Apparatebau G. m. b. H., Berlin SO 36	21
Steatit-Magnesia A.-G., Berlin-Pankow, Lauf, Hohenbrunn (bayr. Ostm.)	106
Steeg, Dr., & Reuter G. m. b. H., Bad Homburg v. d. H.	123
Stein, M., Hamburg	20
Stock, Franz, Maschinen- u. Werkzeugfabrik, Berlin-Neukölln	132
Stöhr, Christian, Marktleuthen i. Bay.	150
Storch & Stehmann G. m. b. H., Ruhla i. Thür.	140
Strüver, Ad., Aggregatebau, Hamburg 36	150
Süddeutsche Apparate-Fabrik G. m. b. H., Nürnberg 2	122
Süddeutsche Elektrohändler-Ges. Gebr. Neher, Stuttgart-Münster	134
Süddeutsche Isolatoren-Werke G. m. b. H., Freiburg i. B.	146
Süddeutsche Kabelwerke, Mannheim	81
Süring, Wilhelm, Dresden A 36	149
Sursum Elektrizitäts-Gesellschaft Leyhausen & Co., Nürnberg-N.	10
Thermo-Mecano Gesellschaft für Heizungs- u. Widerstandsba u. m. b. H., Düsseldorf	18
Thiel & Schuchardt, A.-G., Ruhla i. Thür.	125
Torfit-Werke, Hemelingen b. Bremen	122
Tröltsch & Hanselmann, Weißenburg i. Bay.	150
Vahle, Ing., Paul, K.-G., Dortmund	146
Venditor Kunststoff-Verkaufsgesellschaft m. b. H., Troisdorf, Bez. Köln	77
Vereinigte Deutsche Metallwerke A.-G., Zweigniederlassung Basse & Selve, Altena (Westf.)	22
Vereinigte Köppelsdorfer Porzellanfabriken vorm. Armand Marseille u. Ernst Heubach, Köppelsdorf/Thür.	82
Visomat G. m. b. H., Leipzig C 1	141
Vogel, C. J., Draht- und Kabelwerke A.-G., Berlin-Köpenick	119
Voigt & Haeffner A.-G., Frankfurt a. M.-Ost	53, 77
Voith, J. M., Maschinenfabrik, Heidenheim a. d. Brenz	111
Volta-Werke Elektrizitäts-A.-G., Berlin-Waidmannslust	52
Vorwerk & Sohn, Wuppertal-Barmen	18
Walther-Werke Ferdinand Walther, Grimma i. Sachs.	49
Walther & Cie. A.-G., Köln-Dellbrück	Beilage
Elektrotechnische Fabrik Weber & Co., Komm.-Ges., Kranichfeld, Thür.	130
Wedell, Albert & Sohn, Bad Blankenburg/Thür.	143
Wenzel, Kurt, Preßwerkstatt, Berlin-Steglitz	144
Werner & Pfeleiderer, Stuttgart-Bad Cannstatt	112
Wirschitz & Co., München 25	131
Wunderle, J. Ed., Mainz-Kastel	150
Zahnradfabrik Friedrichshafen A.-G., Friedrichshafen a. Bodens.	108
Zeh, Wilhelm, Freiburg i. Bad.	127
Ziehl-Abegg Elektrizitäts-Ges. m. b. H., Berlin-Weißensee	118
Telephon-Apparat-Fabrik E. Zwietusch & Co. G. m. b. H., Berlin-Charlottenburg 2	110

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Herausgegeben vom Verband Deutscher Elektrotechniker E.V.

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

59. Jahrgang

Berlin, 19. Mai 1938

Heft 20

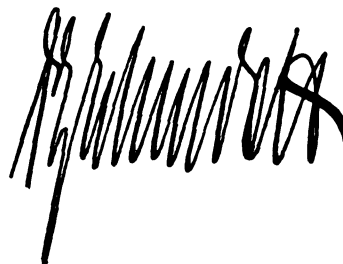
Willkommen in Köln!

Der Verband Deutscher Elektrotechniker e. V. hat während seines 45jährigen Bestehens Köln zum dritten Mal als Tagungsort gewählt. Ich freue mich hierüber ganz besonders und heiße die Mitglieder des Verbandes in der Hansestadt Köln herzlich willkommen.

In dem industriellen Aufbau Kölns nimmt die Elektroindustrie eine bevorzugte Stellung ein. Sie ist durch Unternehmen vertreten, die Weltruf genießen und grundlegend an der Entwicklung der Elektrotechnik beteiligt gewesen sind. Vor den Toren Kölns haben die großen Kraftwerke ihren Standort, die eine maßgebende Rolle in der deutschen Elektrowirtschaft spielen.

So glaube ich, daß Köln nicht nur als die Metropole Westdeutschlands, sondern gerade auch im Hinblick auf die Bedeutung seiner den unmittelbaren Interessenkreis des Verbandes berührenden Industrie besonders geeignet ist, die große Tagung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker aufzunehmen und ihre Bedeutung zu unterstreichen.

Ich wünsche der Tagung in Köln einen vollen Erfolg und hoffe, daß der Aufenthalt in Köln allen Teilnehmern neben den beruflichen Anregungen durch das Erlebnis der jahrtausendalten Kultur der Hansestadt am Rhein und die heitere Stimmung der rheinischen Landschaft auch Stunden der Erholung und Freude vermitteln wird.



Dr. Schmidt, M. d. R.
Oberbürgermeister der
Hansestadt Köln.

Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit.

Bericht des Verbandes Deutscher Elektrotechniker anläßlich der 40. Mitgliederversammlung in Köln

unter Mitarbeit von

R. Bingel / O. Clemens / W. Fischer / G. Flanze / E. Hueter / J. Th. Jansen / W. Kaufmann / H. Klewe / M. Kloß / O. H. Knoll / C. Körfer / A. Krämer / R. Küchler / E. Lübcke / G. Lucas / G. Meiners / H. Meyer-Delius / A. Palm / A. Rachel / W. Rier / K. Reißmüller / F. Ring / K. H. Rollert / M. Schenkel / R. Schimpf / I. Sihler / W. Stäblein / H. Stock / H. Spies / R. Tröger / R. Vieweg / W. Vogel / M. Walter

Die Elektroindustrie.

Nach einem Jahrfünft nationalsozialistischen Wirtschaftsaufbaues bietet die Elektroindustrie ein Bild wirtschaftlicher Kräftigung. Ein außergewöhnlicher Aufschwung hat alle Krisenschäden geheilt und Beschäftigung sowie Erzeugung auf einen neuen Hochstand gebracht. Die einst nur zur Hälfte ausgenutzten Fabrikationsstätten sind wieder von eifrigem Schaffen voll beansprucht. Längst mußte der Bau neuer Fabriken und Werkstätten in Angriff genommen werden. Seit Mitte 1937 ist überall eine Vollbeschäftigung der Werke erreicht.

Vollbeschäftigung der Werke.

Von den 1928/29 in der Elektroindustrie tätig gewesenen 332 000 Arbeitern und Angestellten mußte während der Krisenjahre fast die Hälfte entlassen werden. Ab 1933 konnten jährlich wieder Zehntausende an ihre Arbeitsplätze zurückkehren (Zahlentafel 1). Bis jetzt sind 220 000

Zahlentafel 1. Beschäftigte, Arbeitszeit und Ausfuhr 1929 bis 1937.

Jahr	beschäftigte Personen in 1000	Durchschnitt tägl. Arbeitszeit je Arbeiter i. Std.	Ausfuhr in Mill RM
1928/29 ¹⁾	332	7,45	587,7
1930	280	7,00	629,5
1932	183	5,88	353,8
1933	190	6,47	248,9
1934	254	7,31	226,4
1935	287	7,51	233,2
1936	312	7,69	266,2
1937	359	7,78	328,0

¹⁾ Durchschnitt beider Jahre.

Menschen wieder in die Erzeugung eingegliedert worden und zu Beginn dieses Jahres beschäftigten die elektrotechnischen Betriebe schon rd. 400 000 Gefolgschaftsmitglieder. Damit ist, wie Zahlentafel 1 zeigt, die frühere Konjunkturspitze um ein Fünftel übertroffen worden. Umsatz und Beschäftigung der Elektroindustrie sind in Neuland vorgestoßen. Es bieten sich laufend neue Arbeitsmöglichkeiten. Dabei ist das Arbeitsvolumen sogar weit stärker gewachsen als die Kopfzahl der Beschäftigten. Einmal ist die Kurzarbeit in allen Fabrikationszweigen von dem Achtstundentag abgelöst worden. Auch während der Berichtszeit erhöhte sich die tägliche Arbeitszeit nochmals leicht. Des weiteren waren stellenweise Überstunden und Mehrschichten zur Bewältigung des Auftragsbestandes unumgänglich. Schließlich aber dürfte die Pro-

duktivität der Arbeit dank einer Rationalisierung der Fertigung gerade 1937 etwas angestiegen sein. Außerdem ist erstmalig in diesem Aufschwung die Arbeiterbeschäftigung stärker gewachsen als die Einstellung von Angestellten. So war das Arbeitsvolumen im vorigen Jahr dreimal so groß wie im Krisenjahre 1932 (Zahlentafel 2). Der deutsche Erzeugungswert an elektrischen

Zahlentafel 2. Beschäftigungsentwicklung in der Elektroindustrie 1932 bis 1937 (Vierteljahresdurchschnitt 1929 = 100).

Jahresdurchschnitt	Zahl der Beschäftigten		geleistete Arbeiterstunden
	Angestellte	Arbeiter	
	1929 = 100		
1932	68,1	51,1	40,4
1933	61,2	55,6	49,0
1934	73,7	76,6	74,3
1935	86,1	86,0	85,7
1936	97,0	92,7	94,8
1937	109,7	108,9	113,3
1937:			
I. Vierteljahr	104,3	100,9	105,6
II. „	108,4	106,4	110,9
III. „	111,9	112,8	114,2
IV. „	114,4	115,6	122,7

Maschinen, Geräten und Gebrauchsgegenständen läßt sich für das vergangene Jahr auf 2,5 Mrd RM veranschlagen. Da die erfreuliche Belebung der Ausfuhr die Spanne zwischen In- und Auslandsgeschäft zugunsten des Exports etwas gemildert hat, dürfte die mengenmäßige Umsatzzunahme von 1937 ungefähr 16 % betragen.

Die Anspannung aller Kräfte hat dem Arbeitseinsatz neue Aufgaben gestellt. Eckpunkte sind hierbei der Facharbeitermangel sowie der verminderte Nachwuchs an Ingenieuren mit Hoch- und Fachschulbildung. Dank den Anstrengungen der Werke und der staatlichen Arbeitsregelung konnte der Facharbeitermangel 1937 gemildert werden. Vielfach hat man die Fertigung den vorhandenen Arbeitskräften angepaßt, zum anderen entlasteten die guten Ergebnisse der rechtzeitig aufgenommenen Umschulung. Für den Facharbeiternachwuchs ist durch Erhöhung der Lehrlingszahlen und Verbesserung der Ausbildungsformen gesorgt. Da Facharbeiter vielfach aus angelernten Arbeitskräften herangebildet werden können, bleibt der Facharbeitermangel eine zeitlich bedingte Frage. Der Mangel an Ingenieuren dagegen ist ein ernstes Problem. Im Durchschnitt der nächsten beiden

Jahrzehnte sind wesentlich weniger Diplomexamen zu erwarten als bisher. Ähnlich liegen die Verhältnisse auch an den Fachschulen. Dabei ist der Bedarf an Ingenieuren in der Industrie wie auch bei der Wehrmacht und den Behörden überall ansteigend.

Trotz vermehrter Aufwendungen für Werkstoffumstellungen und der Stabilisierung der Verkaufspreise durch die Preisstopverordnung hat sich die betriebswirtschaftliche Lage der Elektrounternehmungen weiter gekräftigt. Allgemein ist die Ertragsgestaltung erneut ein Spiegelbild der deutschen Mengenkonjunktur, wenngleich mit der heutigen Vollbeschäftigung die Vorteile einer Massenerzeugung bei sinkenden festen Kosten bereits ausgeschöpft sind. Die Gewinn- und Verlustrechnungen der Aktiengesellschaften sind zwar nur ein Anhaltspunkt, doch geben sie immerhin ein eindrucksvolles Zeugnis über die Gesundheit der deutschen Elektroindustrie. Danach haben im Jahre 1935/36 71 Aktiengesellschaften mit einem dividendenberechtigten Kapital von 738 Mill RM einen Jahresreingewinn von 37 Mill RM erzielt und eine Durchschnittsdividende von 4,5 % verteilt. Bei dem ungefähr gleichen Kapital verzeichneten diese Aktiengesellschaften im Jahre 1932/33 jedoch einen Reinverlust von 136 Mill RM.

Steigender Binnenmarkt.

Dank dem mannigfachen Bedarf an Elektroerzeugnissen in einer neuzeitlichen Volkswirtschaft sind Umsatz und Beschäftigung der Elektroindustrie von allen Wirtschaftsbewegungen begünstigt worden. So haben schon die ersten Arbeitsbeschaffungsmaßnahmen der Jahre 1933 und 1934 zahlreichen elektrotechnischen Fabrikationszweigen eine kräftige Belebung gebracht. Mit der Wehrhaftmachung sind dann 1935 der Elektroindustrie neue und umfangreiche Aufgaben gestellt worden. Mittlerweile wurde es notwendig, die Maschinenanlagen zahlreicher Industrierwerke zu erweitern oder technisch zu verbessern. Die Verkündung des zweiten Vierjahresplanes im Herbst 1936, der Ausbau der Elektrizitätswerke zur Bewältigung des stürmisch anwachsenden Strombedarfes und schließlich die vermehrte Kaufkraft für elektrische Haushaltgeräte waren neue Auftriebskräfte für die Elektroindustrie. So griff ein Rad in das andere: einige Elektroerzeugnisse dieses Aufschwungs der Werke aller Erzeugungsgruppen über einen hohen Auftragsbestand.

Im Jahre 1937 wurden die ersten Werke zur Verbreiterung der heimischen Werkstoffgrundlage in Angriff genommen. Entsprechend der Bedeutung der elektrischen Instrumente benötigt. So gingen von Maschinen unzählige Bestellungen ein. Elektrizitäts-Bergbau- und -verteilungsanlagen wurden erweitert; erzeugungsanlagen und Elektrovorrichtungen für die Förlereitungen wurden verbessert. Auch die Elektrisierung der Tage machte gute Fortschritte. Neben der Erzeugung neuer Leichtmetalle nahm vornehmlich die chemische Industrie in diesem Auftragskreis einen wichtigen Platz ein. Bei der Gewinnung von synthetischem Gummi, Benzin, Ölen, Fetten und anderen Stoffen wurden allenthalben zahlreiche und vielfach neuartige elektrische Maschinen und Geräte eingesetzt. Der Elektrochemie erwuchs durch die Entwicklung von Anlagen und Verfahren für die Rohstoffbeschaffung ein außergewöhnlich großes Arbeitsfeld. Als dritte Gruppe ist das Textil- und Zellstoffgebiet hervorzuheben. Die lebhaft betriebene Umstellung hat dem Auftragseingang in Kraftanlagen, Arbeitsmaschinen, Verteilungs- und Steuergeräten oder Schnellantrieben einen kräftigen Auftrieb gegeben. Für zahlreiche neue Werke wurden außerdem eigene Stromerzeugungsanlagen erstellt.

Mit solchen Zulieferungen an neue Rohstoffwerke sind allerdings die Auswirkungen des Vierjahresplanes auf die

Elektroindustrie keineswegs erschöpft. Vielmehr ergeben sich aus der überall erstrebten Leistungssteigerung der Industrie weiterhin bedeutsame Aufgaben. Mit dem Heranrücken der Vollbeschäftigung, dem Mangel an Fachkräften, der Forderung nach Preissenkung und dem verstärkten Leistungswettbewerb am Weltmarkt ging man in sämtlichen Industriezweigen planmäßig an eine Rationalisierung der Erzeugung. Teilweise bedeutete dies einen vermehrten Maschineneinsatz; vielfach waren aber auch eine wirkungsvollere Betriebsorganisation, eine laufende Überprüfung der Erzeugung oder die Unterstützung der Handarbeit durch das Elektrowerkzeug unumgänglich. Alle Elektroerzeugnisse für industrielle Zwecke, voran Elektromotoren, Schaltgeräte und Meßinstrumente, fanden dadurch wesentlich erhöhte Bestellungen. Ähnlich gestaltete sich der Geschäftsverkehr mit den handwerklichen Betrieben.

Infolge solcher Neuanschlüsse von Apparaten und des allgemein hohen Standes der gewerblichen Gütererzeugung ist der Strombedarf erheblich gewachsen. Deutschlands Elektrizitätserzeugung hat sich bis 1937 mit etwa 50 Mrd kWh gegenüber dem Krisentief verdoppelt. Damit erfuhr auch das bislang nachhinkende Geschäft mit den Elektrizitätswerken eine ausgeprägte Belebung. Für Wasserkraft-Stromerzeuger, Dampfturbosätze, Umspann- und Schaltanlagen wurden bemerkenswerte Aufträge hereingenommen. Dabei äußerte sich im Schaltanlagen- und Transformatorengeschäft der fortschreitende Ausbau der Verbundwirtschaft. Hier wie in den ebenfalls erweiterten Umsätzen auf dem Bahngelände und im Fernmeldewesen beschränkte sich die günstige Marktlage keineswegs auf Großanlagen oder Spezialmaschinen weniger Werke, vielmehr haben die neuen Konjunkturstützen des Binnenmarktes auch die übrigen Zweige der Elektrotechnik nachhaltig gefördert. Leitungsmaterial und Kabel, Meßinstrumente, Kondensatoren und Prüfeinrichtungen, Schalter, Steckdosen, Sicherungen oder Beleuchtungskörper, Akkumulatoren und Isolierrohr: all diese mannigfachen Elektroerzeugnisse haben an der vermehrten Bedarfsdeckung kräftig teilgenommen.

Wachsendes Volkseinkommen, Werbung und besser angepaßte Tarifgestaltung der Elektrizitätswerke sowie Preissenkung haben auch den elektrotechnischen Verbrauchsgütern einen rasch ansteigenden Umsatz gebracht. Im Haushaltgebiet läßt sich bei allen Gerätearten eine weitere Elektrisierung der deutschen Wohnungen beobachten. Insgesamt sind 1936 2,54 Mill Haushaltgeräte gegenüber 2,20 Mill im Vorjahre verkauft worden. Die vorliegenden Teilergebnisse lassen für 1937 einen weiteren Zuwachs um mindestens ein Zehntel erkennen. Allein an Kühlschränken wurden im vorigen Jahr im Inland 49 000 Stück verkauft. Eine überdurchschnittliche Nachfrage fanden Tauchsieder, Heizkissen, Heißluftduschen und Heizsonnen. — Im Rundfunkwesen wurde die seit Anfang 1933 eingehaltene jährliche Zuwachsrate von einer Million Hörern auch während der Berichtszeit erreicht. Mit nunmehr 9,5 Mill Funkhörern ist die Teilnehmerzahl von 1933 verdoppelt worden; heute besitzt jede zweite deutsche Familie ein Empfangsgerät, während dies damals erst für jeden vierten Haushalt zutraf. Verbilligung und gleichzeitige Verbesserung des Volksempfängers sowie mehrfache Preissenkungen für die anderen Modelle und deren Röhren haben also dem Rundfunk neue Bevölkerungskreise erschlossen.

Ausfuhrzunahme um 100 Mill RM.

Die wirtschaftliche Kräftigung der deutschen Elektroindustrie spiegelt sich auch in ihrer Ausfuhrsteigerung und ihrer erneuten Behauptung am Weltelektromarkt. Nachdem der Rückbruch der deutschen Elektroausfuhr 1934 zum Stillstand gekommen und in den beiden folgenden Jahren in eine leichte Aufwärtsbewegung übergegangen war, ergab sich 1937 eine bemerkenswerte Aus-

fuhrzunahme (Abb. 1). In diesem Jahre wurden für 328 Mill RM elektrotechnische Waren an ausländische Abnehmer verkauft gegen 266 Mill RM im Vorjahre. Im Vergleich zu dem Tiefstand von 1934 (226 Mill RM) ist

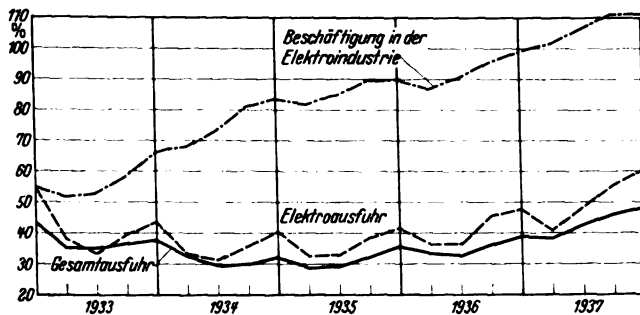


Abb. 1. Entwicklung der Beschäftigung und der Ausfuhr der Elektroindustrie 1933 bis 1937. (Vierteljahresdurchschnitt 1929 = 100.)

also ein Exportzuwachs um 100 Mill RM erzielt worden. Bei diesem Erfolg handelt es sich ebenso um den vermehrten Bedarf am Weltelektromarkt als auch um die eifrigen Bemühungen der Ausfuhrfirmen. Demzufolge blieb auch Deutschlands Spitzenstellung am Weltelektro-

markt unangetastet. Nach wie vor decken die deutschen Elektrofirmen 27 % des Weltelektro-Einfuhrbedarfes vor den V. S. Amerika und England. An der Ausfuhrsteigerung waren nahezu sämtliche Warengruppen beteiligt, wenngleich infolge der Verschiedenartigkeit des Bedarfes und der Ausfuhrfähigkeit zwischen den einzelnen Elektroerzeugnissen Abstufungen bestehen blieben. Die größte Zunahme war zu verzeichnen bei Großmaschinen, Scheinwerfern und Reflektoren, drahtlosem Gerät (außer Rundfunk) sowie Kabeln und Drähten, wobei in der letztgenannten Gruppe auch die Preiserhöhung die Entwicklung wesentlich beeinflusst hat. Außer diesen Gruppen sind hauptsächlich die elektrotechnischen Spezialerzeugnisse in vermehrtem Maße ins Ausland verkauft worden.

Die Betrachtung der geographischen Verteilung der deutschen Elektroausfuhr zeigt wiederum eine leichte Anteilssteigerung des Überseegeschäftes. Die überseeischen Wirtschaftsgebiete nehmen nunmehr rd. 27 % der deutschen Elektroausfuhr auf. Dort haben sich hauptsächlich die Bezüge der Südafrikanischen Union, Britisch-Indiens, anderer asiatischer Staaten und die der südamerikanischen Länder bemerkenswert erhöht. Im europäischen Absatzfeld haben sich die skandinavischen Länder, die Randstaaten sowie Südosteuropa zu bedeutenden Absatzgebieten entwickelt. Hier wie auch in vielen anderen Märkten hält die günstige Ausfuhrgestaltung auch während der ersten Monate des laufenden Jahres an.

Die Elektrizitätswirtschaft.

621. 311. I. 003

Das Jahr 1937 ist für die deutsche öffentliche Elektrizitätswirtschaft durch eine außerordentlich starke Steigerung der Erzeugung und des Verbrauchs sowie durch den weiteren Ausbau der Anlagen und der Verbundwirtschaft gekennzeichnet. Diese in den ersten Monaten des Jahres 1938 nahezu unvermindert anhaltende Entwicklung wird aller Voraussicht nach auch in der nächsten Zeit fort dauern.

Erzeugung und Verbrauch.

Als Unterlage für die Beurteilung des Jahres 1937 seien zunächst zur Ergänzung des vorjährigen Berichtes¹⁾ die wichtigsten Zahlen der vollständigen Statistik für das Kalenderjahr 1936²⁾ zusammengestellt. Die Gesamterzeugung in allen der öffentlichen Versorgung dienenden Kraftwerken belief sich auf 24,569 Mrd kWh. Sie entspricht bei einer Leistungsfähigkeit dieser Kraftwerke von 8,502 Mill kW einer Jahresausnutzungsdauer von 2890 Std. Also wirkte sich schon in diesem Jahr die Zunahme der Erzeugung (16 %) wegen der nur geringfügigen Erhöhung der Leistungsfähigkeit (0,8 %) fast voll in einer Steigerung der Ausnutzungsdauer aus. Im einzelnen waren die Wasserkraftwerke mit 21,8 % und die Dampfkraftwerke mit 77,9 % (30,9 % Steinkohle, 46,7 % Braunkohle) an der Gesamterzeugung beteiligt. 74,5 % der gesamten nutzbaren Abgabe (21,78 Mrd kWh) entfielen auf Großabnehmer, die mit 20 % gegenüber 1935 die größte Zunahme hatten, weitere 17,4 % entfielen auf die städtischen Kleinabnehmer. Die Gesamterzeugung der Eigenanlagen ist vom Statistischen Reichsamt zu 18,823 Mrd kWh bei einer Leistungsfähigkeit von 6,284 Mill kW, entsprechend einer Jahresausnutzungsdauer von 3000 Std., ermittelt worden.

Unter Zuhilfenahme dieser Zahlen kann ein Überblick über die Entwicklung im Jahre 1937 aus der von der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung geführten Monatsstatistik³⁾ gewonnen werden, die rd. 85 % der gesamten soeben erwähnten Erzeugung und Leistungsfähigkeit der öffentlichen Elektrizitätsver-

sorgung erfaßt. Sie weist für 1937 eine Gesamterzeugung von 24,398 Mrd kWh aus, die den Vorjahreswert (20,378 Mrd kWh) um etwa 19,7 % übertraf. Im Gegensatz zu den letzten Jahren hat die Erzeugung in den Wasserkraftwerken — 3,726 Mrd kWh — mit dieser Steigerung nicht Schritt gehalten. Sie erreichte nur eine Zunahme um 2 %, so daß ihr Anteil an der Gesamterzeugung, der sich in den vorhergehenden Jahren um 20 % bewegte, auf 15,25 % zurückgegangen ist. Der größte Teil der Mehrerzeugung entfiel auf Wärmekraftwerke, die insgesamt 20,672 Mrd kWh um 23,6 % über dem Jahre 1936 an Hand dieser Zahlen annehmen, daß

Man kann an der Gesamterzeugung von etwa 30 Mrd kWh für die öffentliche Versorgung im Jahre 1937 sich für 1937 eine Gesamterzeugung ergeben hat und damit der höchste Stand vor der Krise (1929) um 77 % überschritten wird. Da ferner im letzten Jahr nur Unternehmen die Leistungsfähigkeit um 2,85 % auf 7642 MW zugenommen — um 2,85 % auf 7642 MW —, so ist die Jahresausnutzungsdauer in der trächlich gewachsen (um 16,4 %). Sie hat den deutschen Elektrizitätsversorgung noch nie dagewesenen Wert von 3190 Std. erreicht, der von der Gesamtstatistik noch etwas übertroffen werden dürfte. In dieser Entwicklung ist ein Erfolg des immer weitergehenden Ausbaues des Verbundbetriebes innerhalb des gesamten Reichsgebietes zu sehen, ohne den kaum ein so planmäßiger Einsatz aller Kraftwerke möglich wäre, wie er zur Deckung des gesteigerten Bedarfs mit derart hohen Ausnutzungsdauern erforderlich ist. Das Jahr 1937 hat ferner wertvolle Erfahrungen für die weitere Ausgestaltung der Verbundwirtschaft ergeben. Die Bautätigkeit, deren Umfang hinsichtlich der erstellten Kraftwerksleistungen etwa dem Vorjahr entspricht, hat im Laufe des Jahres hauptsächlich in den Netzen sehr stark zugenommen. Ausgedehnte Neuanlagen und Erweiterungen, die bereits in Angriff genommen sind, werden 1938 fertiggestellt werden.

Die in Abb. 1 gezeigten Werte der monatlichen, täglichen und arbeitstäglichen Erzeugung der von der Monatsstatistik der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung erfaßten Unternehmen verlaufen fast völlig

¹⁾ ETZ 58 (1937) S. 836.

²⁾ Elektrizitätswirtsch. 36 (1937) S. 687.

³⁾ Elektrizitätswirtsch. 37 (1938) S. 35.

parallel zu den vom Statistischen Reichsamt für 122 Werke ermittelten. Da sich diese letzte Erhebung auch auf Eigenanlagen erstreckt, kann man annehmen, daß sich die Erzeugung in den Eigenanlagen etwa im gleichen Ausmaß wie in der öffentlichen Versorgung entwickelt hat. Wenn demnach auch 1937 die Erzeugung in öffentlichen und in Eigenanlagen sich wie 56,5 : 43,5 verhalten hat, so kann man die gesamte Erzeugung an elektrischer Arbeit im Reichsgebiet auf etwa 53 Mrd kWh schätzen. Im ersten Vierteljahr 1938 hat die Monatsstatistik (Abb. 1) eine Steigerung der Erzeugung um 14,1 % gegenüber dem gleichen Zeitraum des Vorjahres ergeben.

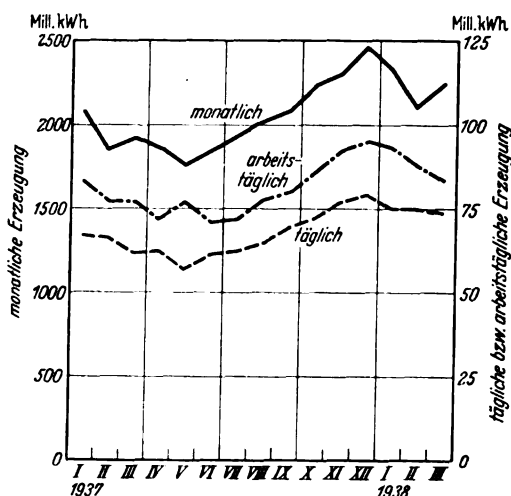


Abb. 1. Entwicklung der Stromerzeugung von 72 Unternehmungen nach Erhebungen der W. E. V.

Für den Außenverkehr des Deutschen Reiches mit elektrischer Energie liegen die letzten Ergebnisse des Statistischen Reichsamtes für das Jahr 1936 vor. Nach diesen Erhebungen betrug die

	Einfuhr	Ausfuhr
im Jahre 1935	1099,7 Mill kWh	96,6 Mill kWh
„ „ 1936	1388,4 „ „	91,5 „ „

Mithin hat sich die Zunahme sowohl der Einfuhr als auch ihres Überschusses über die Ausfuhr weiter fortgesetzt. Die größten Anteile des Bezuges entfallen auf die Schweiz (930,3 Mill kWh), die auch praktisch den gesamten Zugang geliefert hat, und auf das damalige Österreich (355,5 Mill kWh), dessen Lieferung etwas zurückgegangen ist. Es handelt sich bei beiden Ländern um billige Wasserkraftenergie, die von Unternehmen mit teilweise sehr erheblicher deutscher Kapitalbeteiligung abgegeben wird. Der deutsche Anteil an den Grenzwasserkraftwerken, der 585,3 Mill kWh gegenüber 565,4 Mill kWh im Jahre 1935 betrug, ist in den oben angeführten Zahlen nicht enthalten. Im Jahre 1937 dürften sich die Verhältnisse nicht wesentlich geändert haben.

Abschließende Zahlen über die Entwicklung des Verbrauches liegen für 1937 noch nicht vor, man kann aber nach Teilergebnissen und nach den für 1936 durchgeführten Ermittlungen folgendes feststellen. Auch in diesem Jahr sind die industriellen Großabnehmer am stärksten am Zugang beteiligt, wobei insbesondere der Verbrauch zu Wärmeecken eine hervorragende Rolle spielt. Schätzungsweise wurden 1937 für dieses Anwendungsgebiet etwa 8 Mrd kWh verbraucht, von denen rd. 6 Mrd kWh von den Elektrizitätsversorgungsunternehmen geliefert wurden. Daneben hat sich auch die Abgabe an die Industrie für Kraftzwecke gut entwickelt. Im Hinblick auf die großen Aufgaben, die der Elektrizitätswirtschaft auf dem Gebiet der Industrierversorgung gestellt werden, kommt auch der Hebung des Absatzes an die Kleinabnehmer erhöhte Bedeutung zu. Hier ist neben den Bestrebungen zur Verbesserung der Be-

leuchtung ebenfalls die weitere Verbreitung der Elektro-wärme⁴⁾ an erster Stelle zu nennen.

Im Haushalt hat im Jahre 1936 der Elektroherd den größten Zugang — um 36,5 % auf rd. 500 000 — gehabt, wobei sich das Interesse immer mehr auf den Vollherd richtet. Ihm kommt der Kühlschrank am nächsten, während der Heißwasserspeicher 1936 einen Zuwachs um 26,5 % auf rd. 125 000 aufwies. Bemerkenswert ist, daß mehr als die Hälfte der neu angeschlossenen Speicher auf Größen von weniger als 10 l entfiel. Im Gewerbe hat insbesondere die elektrische Großküche gute Fortschritte gemacht. Auch die elektrischen Backöfen sind stärker eingeführt worden, wobei es dem Speicherofen nicht gelungen ist, einen größeren Anteil zu gewinnen. Der elektrische Backofen ist auch für die Brotbäckerei in ländlichen Haushaltungen weiter vorgedrungen und dürfte, ebenso wie der Elektroherd, hier in Zukunft eine erhöhte Bedeutung gewinnen. Die guten Ergebnisse der ersten Elektrodörfer sind Veranlassung für die Einrichtung weiterer gewesen, deren Betriebserfahrungen erneut die günstigen Voraussetzungen für die Ausweitung der Elektrizitätsanwendung in der Landwirtschaft bestätigt haben. Neben den bereits erwähnten Geräten stehen Futterdämpfer, Brausebadspeicher, Gemeinschaftswaschanlagen, Kühlanlagen und Beregnungsanlagen im Vordergrund.

Die Elektrizitätsversorgungsunternehmen selbst haben wichtige Voraussetzungen für die Ausweitung des Verbrauchs gerade bei den Kleinabnehmern durch die Einführung absatzfördernder Grundpreis- und Regelverbraucher tarife mit niedrigen Preisen für den Mehrverbrauch geschaffen. Es kann festgestellt werden, daß die Zahl der Tarifänderungen im Jahre 1937 um mehr als die Hälfte gegenüber 1936 zugenommen hat, wobei erfreulicherweise auch kleine und kleinste Unternehmen in größerem Umfang an die Umstellung nicht mehr zeitgemäßer Tarifformen herangegangen sind. Der Stand im Jahre 1937 ist nach Erhebungen der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung⁵⁾ folgender: Von rd. 13,2 Mill untersuchten Haushaltungen konnten etwa 90 % elektrische Energie nach Grundpreis- oder Regelverbraucher tarifen beziehen, die in 58 % aller Fälle auf die Zimmerzahl als Bezugsgröße für den Grundpreis bzw. den Regelverbrauch abgestellt waren. Immer mehr wird der Grundpreistarif bevorzugt, bei dem zwei Stufen mit verschiedenen Arbeitspreisen — etwa 20 bis 15 bzw. 10 bis 8 Rpf/kWh — und entsprechenden Grundpreisen nebeneinander gestellt werden, so daß diese Form als für die weitere Entwicklung bestimmend zu betrachten ist. Ein weiteres wichtiges Merkmal ist die Einführung niedrigerer Strompreise. Während beispielsweise 1932 nur etwa 65 % aller Grundpreis- und Regelverbraucher tarife den Bezug des Mehrverbrauches zu 15 Rpf/kWh und weniger ermöglichten, war das 1937 bei rd. 80 % der Fall. Ferner hatten z. B. 1937 schon 98,4 % der erwähnten 13,2 Mill Haushaltungen die Möglichkeit, elektrische Haushalterde bei einem Strompreis von 10 Rpf/kWh und weniger zu betreiben, und 81,4 % von ihnen konnten für Heißwasserspeicher die Energie zu Preisen von 6 Rpf/kWh, z. T. noch erheblich billiger beziehen. Gerade in dieser Ausgestaltung der Tarife liegt ein viel größerer Fortschritt als in der Absenkung der Spitzenpreise, die z. B. 1937 bei 89 % der untersuchten rd. 500 größeren Unternehmen unterhalb von 49 Rpf/kWh lagen, während es 1924 nur 46 % von ihnen waren.

Auch bei den Tarifen für gewerbliche Licht- und Kraftabnehmer setzen sich die Grundpreistarife mit niedrigen Arbeitspreisen weiter durch, wobei in beiden Gruppen der Anschlußwert als Bezugsgröße für den Grundpreis vorherrscht. Es liegt auf der Hand, daß infolge der Tarifänderungen, mehr aber noch dadurch, daß bei den Grundpreistarifen und Regelverbraucher tarifen der hinzukommende Verbrauch zu den niedrigsten Preisen ab-

⁴⁾ Elektrizitätswirtsch. 36 (1937) S. 455.

⁵⁾ Elektrizitätswirtsch. 36 (1937) S. 410.

gegeben wird, und vor allem durch das starke Anwachsen der Abnahme der Großverbraucher im Jahre 1937 die erzielten Durchschnittseinnahmen je kWh weiter gesunken sind. Es ist anzunehmen, daß diese Entwicklung sich fortsetzen wird.

Änderungen im Aufbau der Elektrizitätsversorgung.

Bei einer Reihe von Unternehmen wurden, teilweise unter Ausnutzung der Möglichkeit der erleichterten Umwandlung von Kapitalgesellschaften, Maßnahmen zur Vereinfachung der Organisation und der Vereinheitlichung der Betriebsführung getroffen. In diesem Zusammenhang sei die Auflösung der AG. Thüringische Werke, Weimar, der Dachgesellschaft für energiewirtschaftliche Beteiligungen des Landes Thüringen, erwähnt, deren Vermögen auf die Thüringische Landeselektrizitätsversorgungs-AG. übertragen wurde, die ihren Namen in Thüringenwerk AG. änderte. Auf der gleichen Linie liegen ferner die Übertragung des Vermögens der E.W. Westfalen AG., Bochum, auf die alleinige Aktionärin, die Westfälische Elektrizitätswirtschaft GmbH., Dortmund, die Auflösung der Elektra AG., Dresden, durch Übertragung auf die AG. Sächsische Werke, Dresden, die Auflösung der Ostkraftwerk AG., Cosel, und verschiedene Vereinfachungen im Aufbau des Konzerns der Deutschen Continental-Gas-Gesellschaft. Ferner sei auf den Übergang der Stettiner Electricitätswerke AG. auf die Stettiner Stadtwerke GmbH., und die Übertragung des Vermögens der Elektrizitätswerk und Straßenbahn Braunschweig AG. auf den Oberbürgermeister der Stadt Braunschweig hingewiesen. Bei einigen anderen Unternehmen sind Umstellungen durch die im letzten Jahr durchgeführten verwaltungsorganisatorischen Neuordnungen ausgelöst worden. So wurden z. B. die früher der Provinz Oberhessen gehörenden Betriebe Überlandwerk Oberhessen und Wasserkraftwerk Inheiden zum Zweckverband „Oberhessische Versorgungsbetriebe“ zusammengeschlossen. Ferner wurde in Auswirkung des Groß-Hamburg-Gesetzes die Verschmelzung der Hamburgische Electricitäts-Werke AG. und der Electricitätswerk Unterelbe AG., Altona, in Angriff genommen. Als dem weiteren Ausbau der Verbundwirtschaft dienende Vereinbarungen sind vor allem bekannt geworden die Abmachungen über den Zusammenschluß der Netze der Bayernwerk AG. und der Thüringenwerk AG., der Vertrag zwischen der Elektrowerke AG. und der Niederschlesische Bergbau AG. und der Beitritt der Hansestadt Bremen als durch Vertrag angeschlossenes Mitglied zum Landes-Elektrizitätsverband Oldenburg. Als Neugründung ist die aus Kreisen des Rheinisch-Westfälischen Kohlsyndikates ins Leben gerufene „Ruhr-Elektrizitäts-GmbH.“, Essen, bemerkenswert, die später als Gemeinschaftsunternehmen mit dem Namen „Steinkohlen-Elektrizitäts-AG.“ endgültig gegründet wurde.

In größerem Umfang sind ferner auch im Jahre 1937 kleinere und kleinste bisher selbständige Verteiler- und Wiederverkaufsunternehmen in größere Betriebe eingegliedert worden, was sich z. B. auch in einem Rückgang der der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung beige-schlossenen Mitglieder um etwa 375 auf rd. 9400 am Ende des Jahres ausdrückt. Dieser Vorgang ist deswegen in den meisten Fällen zu begrüßen, weil durch ihn die Versorgung der Abnehmer durch Verbesserung der Verteilungsanlagen und durch Einführung vorteilhafter, verbrauchsfördernder Tarife sicherer und billiger gestaltet werden kann. Für Überholungen und Umbauten solcher Anlagen sowie für Neuanschlüsse bisher unversorgter Ortschaften sind, wie aus Geschäftsabschlüssen hervorgeht, wiederum im Rahmen des Möglichen beträchtliche Mittel aufgewendet worden.

Vorliegende Mitteilungen über das Geschäftsjahr 1937 lassen erkennen, daß die Besserung der wirtschaftlichen Ergebnisse sich auch weiterhin fortgesetzt hat, wenn auch infolge der ständig sinkenden mittleren Einnahmen die Zunahme der Erträge weit hinter der Steigerung der Erzeugung zurückgeblieben ist. Die Gestaltung der Bilanzen wird bereits merklich durch den Kapitalbedarf für Neubauten und Erweiterungen beeinflusst, der zunächst zu einer Zunahme der kurzfristigen Verbindlichkeiten führte, im letzten Jahre aber auch schon darin seinen Ausdruck fand, daß einige Unternehmen zu Erhöhungen ihres Kapitals und zur Aufnahme langfristiger Anleihen — so z. B. die Neckarwerke AG., die Deutsche Continental-Gas-Gesellschaft AG., die Elektrowerke AG., die Rhein-Main-Donau AG. usw. — schritten. Im Hinblick auf die eingangs geschilderte Entwicklung des Bedarfs und die im Rahmen des Wirtschaftsausbau zu lösenden wichtigen Aufgaben ist auch weiterhin mit steigenden Kapitalanforderungen zu rechnen, die der Erhaltung einer gesunden finanziellen Lage besondere Bedeutung geben.

Organisation.

Es wurde erwähnt, daß die Zahl der der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung angeschlossenen Unternehmen mit einer nutzbaren Jahresabgabe von mehr als je 5000 kWh etwas zurückgegangen ist, worin man zugleich eine Bestätigung dafür erblicken kann, daß die organisatorische Erfassung der in diesem Wirtschaftszweig tätigen Unternehmen abgeschlossen ist. Die Abnahme erstreckt sich in erster Linie auf die kleinsten Betriebe, was sich aus dem Vergleich der folgenden Zahlen für Ende 1937 gegenüber 1936 — in Klammern — ergibt. Von den erwähnten rd. 9400 Unternehmen hatten 59 (60,5) % eine Abgabe von weniger als 25 000 kWh im Jahr, während nur 10,1 (8,7) % von ihnen die Grenze von 0,5 Mill kWh erreichten und nur 3,4 (3,0) % eine Abgabe von 5 Mill kWh überschritten.

Kraftwerksbau.

Der Vierjahresplan erforderte in erster Linie die Deckung des im Berichtsjahr stark anwachsenden Energiebedarfs¹⁾. Daher wurde der Bau sowohl von Dampfkraftwerken, die neben elektrischer Energie auch Wärme für die Fabrikation liefern, als auch von Wasserkraftwerken in Angriff genommen. Um der durch den allgemeinen Wirtschaftsaufschwung bedingten Zunahme des Strombedarfes entsprechen zu können, mußten auch die öffentlichen Elektrizitätswerke ihre Erzeugeranlagen erweitern und, da deren Leistung auf ein bestimmtes Maß beschränkt bleiben sollte, neue Anlagen errichten.

Dampfkraftwerke.

Der Gesamtaufbau der neuzeitlichen Dampfkraftwerke²⁾ ist durch die größere Einheitsleistung der Kessel

und die Begrenzung der Einheitsleistung der Turbosätze auf etwa 50 000 kW gekennzeichnet. Der Gedanke, jeweils einen Kessel und eine Turbine zu einem Block zu verbinden, wurde mit Rücksicht auf die größere Störungsmöglichkeit beim Kesselbetrieb nur vereinzelt durchgeführt. Bei großen Einheiten wurde die Anordnung von zwei Kesseln mit einer Maschine bevorzugt, wobei im Fall der Anwendung von Rauchgas-Zwischenüberhitzung die vollkommen getrennte Blockausführung notwendig wurde. Wenn über die Wahl des Dampfzustandes und besonders auch über die Frage, ob mit oder ohne Zwischenüberhitzung gearbeitet werden soll, sich noch keine einheitliche Auffassung durchgesetzt hat, so wurde doch der Hochdruck in den Grenzen von 60 bis 150 at bei entsprechenden Temperaturen bis über 500 °C vorwiegend angewendet.

¹⁾ Vgl. den vorangehenden Abschnitt sowie ETZ 59 (1938) H. 14, S. 354.
²⁾ ETZ 58 (1937) S. 1163.

Bei Industriekraftwerken, welche keine oder nur einen geringen Anteil Kondensationsleistung erzeugen, wurde meistens derjenige Eintrittsdampfzustand gewählt, der bei gutem Turbinenwirkungsgrad den für die Fabrikation benötigten Dampf für den gewünschten Gegendruck noch etwas überhitzt liefert.

Mit Rücksicht auf betriebliche Bewährung der Höchstdruckkessel wird fast ausnahmslos die Speisung mit reinem Kondensat sichergestellt³⁾.

Sowohl bei industriellen als auch öffentlichen Kraftwerken, die noch erweitert werden sollten, wurden mehrfach Vorschaltmaschinen mit Hochdruckkesselanlagen eingesetzt. Für diesen Fall liegt noch keine einheitliche Ausführungsform mit oder ohne Zwischenüberhitzung vor.

Auf dem Gebiet der Höchstdruck-Dampfturbinen⁴⁾ hat sich noch keine Angleichung der Bauformen ergeben. Die verschiedenen Ausführungen von Kondensationsturbinen liegen innerhalb der durch Eingehäusemaschinen für Anlagen bis zu 80 at ohne Zwischenüberhitzung und Dreieinhausmaschinen für Drücke über 100 at mit Zwischenüberhitzung gekennzeichneten Grenzen. Bei Neuanlagen von Kondensations- und großen Heizkraftwerken wurde bisher die Einwellenbauart gegenüber der Aufteilung in Gegendruck- und Nachschaltturbine bevorzugt. Für ein großes Heizkraftwerk wurden erstmalig mehrere zweieinhausige Entnahme-Kondensationsturbinen für Leistungen bis 20 000 kW und Drücke von 85 at in Bau genommen. In einem ähnlich gelagerten Fall sind Vorschaltturbinen für 95 at mit nachgeschalteten Kondensationsturbinen verwendet worden. Der Wunsch nach möglichst betriebseinfachen Maschinen wirkte sich dahin aus, daß eingehäusige Turbinen auch bei großen Leistungen bis zu 50 000 kW bei 3000 U/min bevorzugt wurden. Auf dem Gebiet der Forschung ist die Herausgabe eines neuen Mollier-IS-Diagrammes zu den VDI-Wasserdampfatafeln⁵⁾ insofern bemerkenswert, als hierdurch nunmehr eine einheitliche Grundlage zur Ermittlung der Wärmegefälle geschaffen ist.

Der Kesselbau läßt noch weniger als der Turbinenbau eine einheitliche Ausführungsart erkennen. Bei Drücken bis zu 80 at sind bisher überwiegend Trommelkessel mit natürlichem Wasserumlauf, gelegentlich auch Zwanglaufkessel gewählt worden. Bei höheren Drücken findet der Zwangdurchlaufkessel in stärkerem Maße Anwendung. Begünstigt wird diese Tendenz dadurch, daß Zwangdurchlaufkessel von seiten des Werkstoffaufwandes Vorteile bieten können. Neuzeitliche Hochdruckkessel, insbesondere Zwangdurchlaufkessel, haben eine verhältnismäßig geringe Speicherkapazität. Wenn mit größeren Laststößen zu rechnen ist, kann eine zusätzliche Speicherung, die auch in einer vorhandenen Niederdruckkesselanlage liegen kann, erforderlich sein. In diesem Zusammenhang gewinnt

auch wieder der Dampfspeicher an Bedeutung, sei es als Gefällespeicher zur Versorgung von Dampfabnehmern bei geringeren Drücken oder als Gleichdruckspeicher in Verbindung mit Speisewasservorwärmung.

Da die meisten neuen Anlagen wegen ihrer Größe mit Kohlenstaubeuerung ausgerüstet sind, wurde auch die Entstaubung der Kesselabgase notwendig, wobei Elektrofilter fast durchweg bevorzugt wurden.

Da die neuen Hochleistungskessel einen erheblichen Kraftbedarf für die Saugzug- und Unterwindlüfter sowie für die Kohlenmahlanlage benötigen, wächst die Bedeutung der Eigenbedarfsanlage⁶⁾, vor allem auch mit Rücksicht auf die Sicherheit gegen kurzzeitige Unterbrechungen. Je nach Beurteilung der Sicherheit des Netzes gegen Stromausfall wird der Eigenbedarf entweder aus dem Netz entnommen oder durch besondere Eigenbedarfsgeneratoren oder Turbosätze erzeugt.

Die Ausführungsart der Kraftwerke und ihrer Einzelteile läßt eine weitere Vereinheitlichung wünschenswert erscheinen. Es ist zu hoffen, daß die im nächsten Jahre in Betrieb kommenden neuen Werke eine Klärung der heute noch strittigen Ansichten über die zweckmäßigen Ausführungsformen und Bauarten herbeiführen werden.

Wasserkraftwerke.

Auf dem Gebiet der Wasserkraftanlagen wurden die neuen Formen für den baulichen und maschinellen Teil zwecks Verbilligung der Anlagen weiter entwickelt. Die Generatoren werden in gedrängter Bauweise und mit niedrigster Bauhöhe ausgeführt. Außerdem werden meist die früher aufgebauten Erregermaschinen durch getrennt aufgestellte Erregerumformer ersetzt, so daß die Maschinenhäuser kleinste Abmessungen erhalten können. Die Kaplansturbinen wurden für einen umfassenderen Verwendungsbereich weiter entwickelt, wobei Gefällshöhen bis zu 40 m erreicht worden sind.

Die Wasserkraftanlagen haben infolge ihrer längeren Bauzeit nicht in gleichem Maße wie die Dampfkraftwerke dem raschen Anwachsen des Energiebedarfes folgen können⁷⁾. Gleichwohl schreitet der Ausbau der Wasserkraftanlagen stetig fort, so daß im Berichtsjahr einige kleinere Anlagen in Betrieb genommen wurden. Mehrere in Bau befindliche Wasserkraftwerke sehen ihrer Fertigstellung entgegen, und eine Reihe neuer Bauvorhaben wurde in Angriff genommen⁸⁾.

Der fortschreitende Ausbau des Verbundbetriebes hat die Bedingungen für die wirtschaftliche Ausnutzung der Wasserkräfte in Zusammenarbeit mit Dampfkraft- oder Speicherwerken weiterhin verbessert. Durch die Eingliederung Österreichs mit seinen großen ungenutzten Wasserkraftvorräten ist auf dem Gebiet des Wasserkraftausbaues eine fühlbare Belebung zu erwarten.

³⁾ Z. VDI 81 (1937) S. 753.

⁴⁾ Wärme 61 (1938) S. 196.

⁵⁾ Berlin: J. Springer 1937.

⁶⁾ Elektrizitätswirtsch. 36 (1937) S. 35.

⁷⁾ Siehe S. 516 dieses Heftes.

⁸⁾ Zbl. Bauverw. (1937) S. 710, 1169 und (1938) S. 26.

Elektrische Maschinen.

Drehstrommaschinen. — Der im vorigen Bericht¹⁾ erwähnte Zwillingssturbo-generator für 75 000 kVA mit 1500 U/min ist im Berichtsjahre nicht übertroffen worden. Bei Wasserkraftgeneratoren wird die senkrechte Bauart bevorzugt. Bemerkenswert sind vier Generatoren dieser Bauart von je 34 000 kVA, $\cos \varphi = 0,8$, 10 000 V und 100 U/min, Abb. 1. Die große Drehzahlerhöhung von 165 % und das für die Turbinenregelung notwendige Schwungmoment von 7000 tm² stellen an die Konstruktion des Läufers hohe Anforderungen. Die Läuferpole sind mit Schrauben an den zweiteiligen Stahlgußbrädern befestigt. Diese Ausführung gestattet eine Prüfung einschließlich

621. 313
Schleuderprobe der Maschinen im Werk und einen leichten Zusammenbau an Ort und Stelle.

Als bisher größter Mittelfrequenzgenerator wurde ein solcher von 1600 kVA, 500 Hz bei 1500 U/min abgeliefert. — Eine weitere Leistungssteigerung ist bei langsamlaufenden Motoren für Kolbenkompressoren zu verzeichnen. Leistungen von 4000 kW bei 125 U/min sind schon als normal zu bezeichnen, solche von 6000 kW sind geliefert worden. Sie werden fast ausschließlich als Synchronmotoren gebaut. Durch Einkapselung der Schleifringe können diese explosionsgeschützt ausgeführt werden, wenn die Kompressoren zerknallfähige Gase fördern. Die Motoren werden bei Leerlauf der Kompressoren unmittelbar eingeschaltet und laufen mit einer Dämpfer-

¹⁾ ETZ 58 (1937) S. 840.

wicklung an. Dabei haben sich folgende Anlaufverhältnisse als zweckmäßig ergeben:

Intritziehmoment	50...60%	Anzugsmoment	50...60%
Anlaufstrom	 340...380%	Kippmoment	.. 150%

Zum selbsttätigen Anlassen dieser großen Motoren sind Schützensteuerungen entwickelt worden zur Einschaltung der Erregermaschinen, Lüftung der Schleifringkapseln mit Frischluft, Synchronisierung nach asynchronem Anlauf. Auch die Ölzufuhr zu den Lagern wird von der Steuerung übernommen und überwacht.

Ein Netzkupplungsumformer für in beiden Netzen stark schwankende Frequenzen von 1000 kW bei 1000 U/min $\pm 6\%$ mit Drehstromregelsatz ist in Betrieb genommen worden. — Bemerkenswert ist eine Anzahl Drehstrom-Nebenschlußmotoren mit einer Leistung von 750 kW bei 540 U/min stufenlos regelbar bei konstantem Drehmoment im Dauerbetrieb auf 270 U/min und kurzzeitig auf 90 U/min. Die Regelung erfolgt durch Speisung feststehender Bürsten mit veränderlicher Spannung, die von einem Drehregler geliefert wird.

Gleichstrommaschinen. — Eine Spitzenleistung bedeutet die Steuermaschine eines Ilgner-Umfor-

mers. Die beiden Gleichstromgeneratoren haben eine Höchstleistung von je 11 000 kW bei 13 400 A und 500 U/min. Sie sind mit Nutendämpfern zur Beherrschung der Kommutierung ausgerüstet. Ferner wurde ein Walzmotor für eine Umkehrwalzenstraße geliefert, der mit 350 tm Ausschaltmoment bei 19 000 kW und 53 U/min der stärkste Einanker-Umkehr-Walzmotor der Gegenwart ist.

Er wird von den oben erwähnten beiden Generatoren von je 11 000 kW Höchstleistung gespeist.

Für einen Sonderzweck befindet sich ein Gleichstrommotor im Bau für eine Dauerleistung von 9000 kW bei 250 U/min und eine Höchstleistung von 11 000 kW bei 270 U/min während 5 min.

Die im vorigen Bericht²⁾ erwähnten Walzwerksmotoren mit gittergesteuerten Gleichrichtern zum Anlassen und Regeln sind in Betrieb gekommen. Besonders angenehm macht sich das stol-

freie Anfahren der Motoren durch die Gittersteuerung bemerkbar. Im Bau befindet sich eine Anlage mit 7400 kW Höchstleistung, die sogar Umkehrbetrieb durch Verwendung von zwei Gleichrichtern in Achterschaltung erlaubt.

²⁾ ETZ 58 (1937) S. 840.

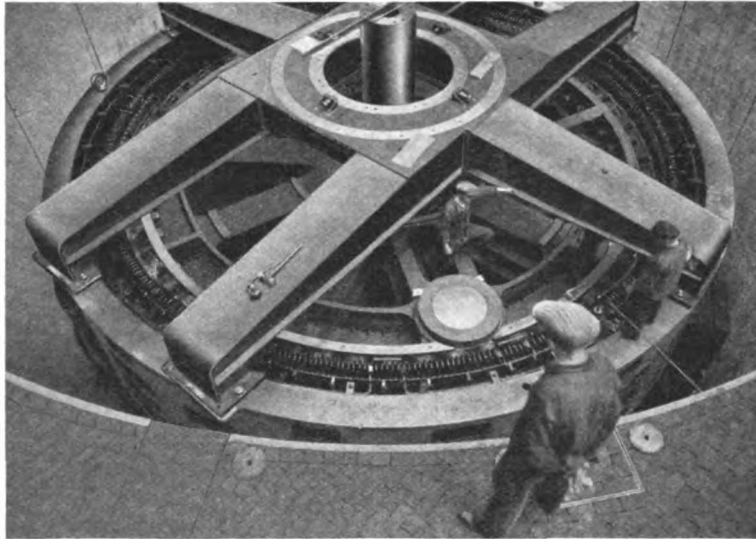


Abb. 1. Wasserkraftgenerator 34 000 kVA, 100 U/min.

Transformatoren.

Der im letzten Jahresbericht mit einer ungewöhnlichen Fülle von Neuerungen in Erscheinung getretenen

Transformatorbau ist eine Zeit gefolgt, die der Vertiefung der gewonnenen Erkenntnisse und ihrer praktischen Anwendung gewidmet war. Auf dem Gebiete der Oberwellenkomensation sind mit Hilfe der magnetischen Stern-Dreieck-Schaltung¹⁾ weitere bauliche Vereinfachungen erzielt worden. Die Erhöhung der Gewittersicherheit durch schwingungsfreie und stoßfeste

Wicklungsanordnungen wurde auf Transformatoren mit großem Regelbereich ausgedehnt, wobei die getroffenen

Maßnahmen nicht nur der Wicklung, sondern auch dem Lastregelschalter zugute kommen.

Der Wanders transformator erfreut sich steigender Bevorzugung. Die erste 120 MVA-Einheit für 220 kV (Abb. 1) ist inzwischen hergestellt worden. Eine größere Zahl mit Leistungen von 30 bis 120 MVA befindet sich im Bau, darunter auch solche, die fest auf ihrem eigenen Eisenbahnfahrgestell montiert werden. Einen solchen Fahrzeugtransformator zeigt Abb. 2.

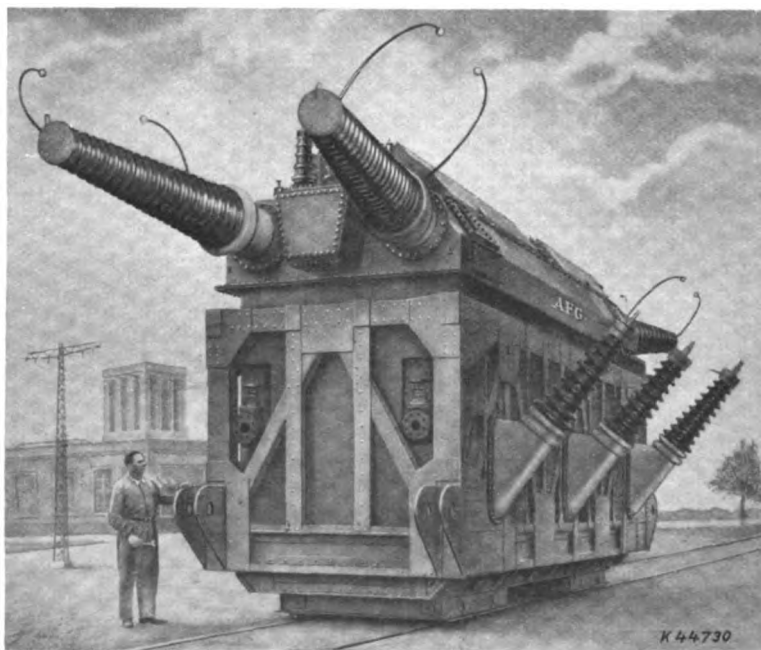


Abb. 1. Wanders transformator für 100/100/40 MVA und 220/110/10 kV.

¹⁾ W. Krämer, VDE-Fachberichte 9 (1937) S. 52.

Für Transformatoren mit Stufenregelung unter Last ist ein relaisloser Antrieb²⁾ entwickelt worden, der ebenso wie die bekannten Reloantriebe für Niederspannungsnetzregler unmittelbar in den Ölkasten eingebaut wird. Die notwendige Unempfindlichkeit³⁾ wurde durch Ausbildung einer Sattelkennlinie erreicht. — Im Bau von Prüftransformatoren bis

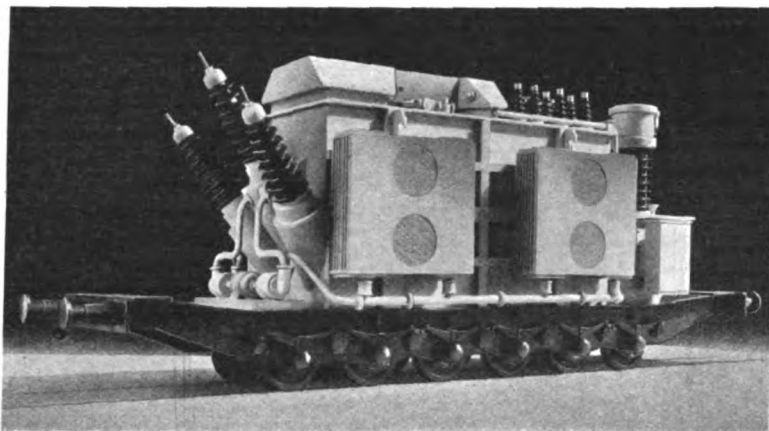


Abb. 2. Modell eines Fahrzeugtransformators für 60 MVA und $104 \pm 21\%$ $4 \times 5,85$ kV.

zu 1000 kV⁴⁾ gewinnt die Ausführung mit Stumpfkern neue Bedeutung, weil sie geringe Abmessungen und Gewichte bei weitgehender Kompensation des Ladestromes der Wicklung und des Prüflings ergibt. Der Gleichstromwandler⁵⁾ ohne bewegte Teile konnte durch Anwendung von Nickel-eisenblechen und neuartigen Fehlerkompensationen vervollkommen werden.

²⁾ K. Bölte, AEG-Mitt. (1938) S. 94.

³⁾ W. Krämer, ETZ 59 (1938) H. 9, S. 215.

⁴⁾ R. Crämer, ETZ 59 (1938) H. 9, S. 229.

⁵⁾ W. Krämer, ETZ 58 (1937) S. 1309.

Stromrichter.

Die im Vorjahresbericht gezeigten Entwicklungslinien wurden in diesem Jahre weiterverfolgt. Die durch die Gittersteuerung in den letzten Jahren erschlossenen neuen Anwendungen sind größtenteils ausführungsfähig geworden, so daß die in den Versuchsräumen entwickelten Konstruktionen erfolgreich in die Praxis eingeführt werden konnten. Besondere Aufmerksamkeit wurde der Vereinfachung der Stromrichteranlagen, vor allem ihren Hilfsapparaten und Schaltungen geschenkt. Dieser Gesichtspunkt wird bedeutungsvoll mit der zunehmenden Anwendung in industriellen Anlagen, in denen nicht immer geschultes Personal zur Verfügung steht.

Elektrolyseanlagen werden z. Z. so gut wie ausschließlich mit Stromrichtern ausgerüstet. Der Umformer scheint selbst für kleinere Anlagen und kleine Spannungen seine Bedeutung zu verlieren; hier macht ihm der Trockengleichrichter, der bereits heute für Stromstärken von einigen tausend Amp. geliefert wird, das Feld streitig. Hochstromelektrolysen stellten nach wie vor den Hauptteil aller Lieferungen dar. Die im Vorjahr erwähnten Werke für 80 000 A, 64 000 kW bei 800 V kamen erfolgreich in Betrieb, und weitere Anlagen ähnlicher Größe wurden neu in Auftrag genommen. Die Leistung von 64 000 kW wurde mit 16 Stromrichtergefäßen ausgeführt. Die größten bislang gelieferten Einheiten leisteten etwa 5000 kW. Es ist verständlich, daß dabei wieder der Wunsch wach wurde, durch Entwicklung größerer Gefäße die Anlagen zu vereinfachen und zu verbilligen. Die vor einer Reihe von Jahren aufgenommenen Entwicklungsarbeiten konnten mit Erfolg fortgesetzt werden und führten zu der größten bisher erreichten Gefäßleistung von 8000 A, 6400 kW bei 800 V. Die Lichtbogen-spannung konnte dabei in den bisherigen Grenzen gehalten werden, so daß auch bei mittleren Spannungen dieser Stromrichter noch mit Vorteil eingesetzt werden kann. Im allgemeinen spielt jedoch die Lichtbogen-spannung bei den hohen Spannungen von 800 bis 1000 V, mit denen neuzeitliche Elektrolysen betrieben werden, keine entscheidende Rolle.

Zu immer größerer Bedeutung kommt die Verwendung des gittergesteuerten Stromrichters zur Speisung von Gleichstrommotoren an Stelle der Leonard-Umformer. Neben den allgemeinen Vorteilen der Stromrichter entscheidet hier häufig die Einfachheit und Genauigkeit, mit der schwierige Regelaufgaben gelöst werden können. Praktisch wichtig ist vor allem die Konstanzhaltung von

Drehzahlen trotz starker Lastschwankungen, die durch gesteuerte Stromrichter bequemer und sehr wirksam möglich geworden ist. Da die in diesem Jahre in Betrieb genommenen Anlagen in jeder Hinsicht befriedigt haben, ist in Zukunft mit einer umfangreichen Anwendung bei den im Rahmen des Vierjahresplanes neu zu errichtenden Walzwerken zu rechnen. Die größten bislang bestellten Anlagen für Motorenspeisung haben eine Spitzenleistung von 13 000 kW und eine Halbstundenleistung von 9000 kW. Die Gittersteuerung wird hier zum Anfahren, zur Drehzahlregelung und Abbremsung durch Rückarbeit in das Drehstromnetz benutzt. Für Walzenstraßenantrieb ist eine Anlage mit 3250 kW Dauerleistung und 8000 kW Spitzenleistung im Bau, die auch für Umkehrbetrieb ausgebaut wird. Dazu werden zwei Gleichrichtergefäße in der bekannten Achterschaltung verwendet. Aber auch in Anlagen, deren Regelung durch Feldschwächung wirtschaftlich vorgenommen werden könnte, wird der gittergesteuerte Stromrichter wegen des einfachen Anfahrens geschätzt. Man bevorzugt hier in vielen Fällen eine getrennte Speisung einzelner Motoren oder Motorengruppen durch Gleichrichter an Stelle einer gemeinsamen Gleichstromsammelschiene.

Eine gute Entwicklung zeigt die Stromversorgung von Gleichstrombahnen, wobei insbesondere die mit Gleichstrom von 1500 bis 3000 V betriebenen Fernbahnen im Ausland und Übersee zu erwähnen sind. Nachdem der Wechselrichter für Stromrücklieferung in der Praxis seine Feuerprobe bestanden hat, ist der letzte zwingende Grund für Gleichstromumformer hinfällig geworden. Neben der betrieblichen Vereinfachung bilden u. a. die bequeme Kurzschlußabschaltung durch Gitter, die Unempfindlichkeit gegen Stoßbelastung, die Verminderung der Verluste unbestrittene Vorzüge des Stromrichters. Die im Vorjahresbericht erwähnten Versuche mit dem 4300 kVA-Umrichter der Deutschen Reichsbahn in Pforzheim sind erfolgreich verlaufen. Der Umrichter konnte auf volle Leistung gebracht werden. Die Belastungsverhältnisse in diesem Netzstützpunkt gestatten es, mit Hilfe der Leistungsregelung den Umrichter mit Dauervollast zu betreiben, die eine wesentlich schärfere Prüfung darstellt als der normale Bahnbetrieb mit unterbrochenen Lasten. Der Umrichter kuppelt ein 100 kV-Drehstromnetz elastisch mit dem süddeutschen 100 kV-Einphasen-Bahnnetz. Trotzdem seine Leistung gegenüber den beiden gekuppelten Netzen sehr klein ist, ließ sich auch unter ungünstigen Betriebsverhältnissen, wie starke Spannungsschwankungen,

62i. 314. 27 + .57 + .6

Kurzschlüsse usw., die Leistungsübergabe einwandfrei beherrschen.

Nachdem bereits früher Kleiseisenstromrichter für Hochspannung ausgeführt und geliefert worden waren, werden nunmehr auch Kleiseisenstromrichter für mittlere Stromstärken zahlreich geliefert. Es hat sich das deutliche Bestreben gezeigt, die in der bisherigen Stromrichter-Typenreihe bestehende Lücke zwischen der oberen Grenze der Glasstromrichter und der unteren Grenze der Eisenstromrichter durch Schaffung von neuen Typen mit vereinfachtem Aufbau zu schließen. Die neuen Typen haben den Vorteil großer Lebensdauer, einfacher Reparaturmöglichkeit und mechanischer Unempfindlichkeit. Sie haben sich deshalb für die Verwendung in Industriebetrieben als geeignet erwiesen. An der Weiterentwicklung, insbesondere in Richtung auf Vereinfachung der Vakuumbaltung, wird erfolgreich gearbeitet.

Die Arbeiten, Eisengefäße für höhere Spannungen herzustellen, wurden fortgesetzt. Gefäßleistungen von 4 bis 5 MW bei 40 kV Gleichspannung dürfen als erreicht angesehen werden. Nähert man sich damit auch bereits der unteren Grenze für die Möglichkeit der Fernübertragung mit hochgespanntem Gleichstrom, so erscheint es fraglich, ob für diesen Zweck die Sicherheit der Gefäße gegen Rückzündungen genügt; ungeachtet der Tatsache, daß dank der großen Fortschritte der letzten Jahre in der Erkenntnis und Beherrschung dieser Erscheinungen die Sicherheitsansprüche der Industrie und Bahnbetriebe erfüllt werden konnten. Für die Fernübertragung ist die Sicherheit des Einzelgefäßes um so wichtiger, als hierbei voraussichtlich mehrere Gefäße in Reihe geschaltet verwandt werden müssen und dem Einzelgefäß daher erhöhte Bedeutung zukommt.

Glühkathoden-Stromrichter werden vorzugsweise für bestimmte Gebiete der Elektrotechnik verwendet, in denen durch Ausnutzung ihrer Eigenschaften besondere Fortschritte ermöglicht wurden. So wurden z. B. Leonard-Antriebe kleinerer Leistung mit Erfolg durch solche Stromrichtersteuerungen ersetzt. Großen Umfang hat ferner die Anwendung für Temperaturregelungen angenommen. Auf dem Gebiete der Schweißstromsteuerung machte die Verwendung von Glühkathoden-Stromrichtern beachtliche Fortschritte. Neue Steuerungen wurden für Schnell- und Reihenpunktschweißung zur Bewältigung langer Punktreihen entwickelt. Für Schweißmaschinen geringerer Leistung führte man viel Schweißbegrenzer und Schweißstakter ein, so daß sich die Möglichkeit ergibt, für die Schweißung kleiner Gegenstände veränderliche Schweißstrom- und Zeitbegrenzung sowie Nahtschweißung anzuwenden. Diese Entwicklungen hatten die fabrikatorische Vervollkommnung solcher Glühkathoden-Stromrichter zur Voraussetzung, deren Leistungen an der bisherigen Grenze des Glühkathodengebietes liegen, also Stromrichter für 20 bis 50 A Strommittelwert und 200 bis 500 A Stromscheitelwert. Auch die Hochspannungsversorgung von Sendern durch gesteuerte und ungesteuerte Glühkathoden-Stromrichter bei etwa 15 bis 20 kV Gleichspannung entwickelte sich nach der Richtung größerer Ströme, nachdem mit Geräten für etwa 2 A Gleichstrom nunmehr längere Erfahrungen im praktischen Gebiet vorliegen. Der Bau der Röhren hat dieser Entwicklung Rechnung getragen durch dauernde Vervollkommnung der Hochspannungs-Stromrichterröhren für 6, 15 und mehr Amp. Gleichstrommittelwert, so daß die Aufstellung von Geräten für 400 bis 500 kW abgegebene Gleichstromleistung bei 15 bis 20 kV Gleichspannung mit Glühkathoden-Stromrichtern möglich wurde.

Schaltanlagen und Schalteinrichtungen.

Der Schaltanlagenbau des vergangenen Berichtsjahres stand von Anfang an unter dem Kennzeichen von Kurzschlußbeanspruchungen in bisher nur wenig vorgekommenem Ausmaße. Die Ursache für diese hohen Kurzschlußleistungen war außer der Erstellung einer großen Zahl neuer Kraftwerksanlagen die weitgehende Verbindung der bereits vorhandenen Netze und Werke zwecks gleichzeitig größerer Reservehaltung und Lastausgleiches sowie der möglichen Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der Anlagen. Die Beherrschung dieser hohen Kurzschlußleistungen führte zu einer besonders hochwertigen Anlagenausführung. Dieser enge Zusammenschluß verschiedenartiger Werke sowie die Tatsache, daß der Erzeugungsgang eines großen Teiles der neuen großen Stromverbraucher keine auch noch so kurzzeitige Unterbrechung erleiden darf, führte recht häufig zu der Anwendung von drei oder mehr Sammelschienensystemen gegenüber den bisher üblichen Doppelsammelschienensystemen. Diese Forderungen kamen ebenso in Mittelspannungs- wie auch in Hochspannungs-Schaltanlagen vor; Abb. 1 zeigt ein Beispiel.

Die vorerwähnte Notwendigkeit der Erstellung besonders sicherer Anlagen führte auch dazu, in vermehrtem Maße Einrichtungen zur Verhinderung von Schaltfehlern einzubauen, denn infolge der Vielzahl der in kurzer Zeit neu erstellten Anlagen steht eine entsprechende Zahl von bestgeschulten Schaltwärtern nicht ohne weiteres zur Verfügung. Durch hochwertige technische Einrichtungen konnte dieser Mangel jedoch ausgeglichen werden. Die weitgehende Einführung der Druckluftsteuerungen für Trennschalter und Leistungsschalter hat eine Verriegelung dieser Schalter mit recht einfachen Mitteln in wirtschaftlicher Weise ermöglicht. Die beste Anerkennung dieser technischen Entwicklung bedeutete für die deutsche

Industrie die Lieferung derartiger Schutzeinrichtungen nach dem Ausland, wo sowohl die Druckluftantriebe als auch die zugehörigen Verriegelungseinrichtungen unter

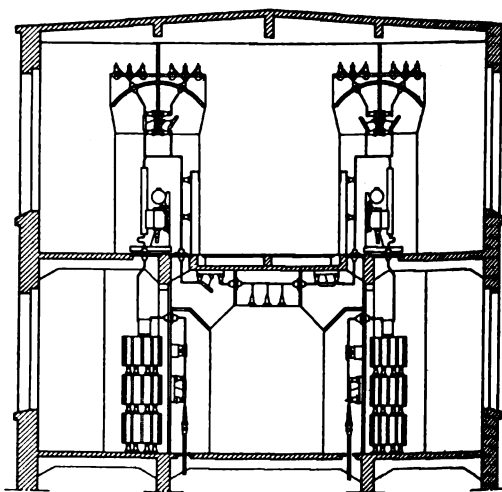


Abb. 1. Schnitt durch eine Mittelspannungs-Schaltanlage mit Druckgasaltern und drei Sammelschienensystemen.

schwierigen klimatischen Verhältnissen eingebaut werden mußten.

Die Verwendung einheimischer bzw. devisensparender Baustoffe machte auf dem Schaltanlagengebiet weitere

Fortschritte. In den letzten Jahren sind durchweg Stromleiter aus Aluminium statt aus Kupfer verlegt worden, und es haben sich keinerlei Schwierigkeiten gezeigt. Ebenso gelang es, für Druckluftleitungen an Stelle von Kupfer andere Werkstoffe, z. B. Aluminium oder Stahl, zu verwenden. Es gelang, besonders luftdichte Rohrverbinder

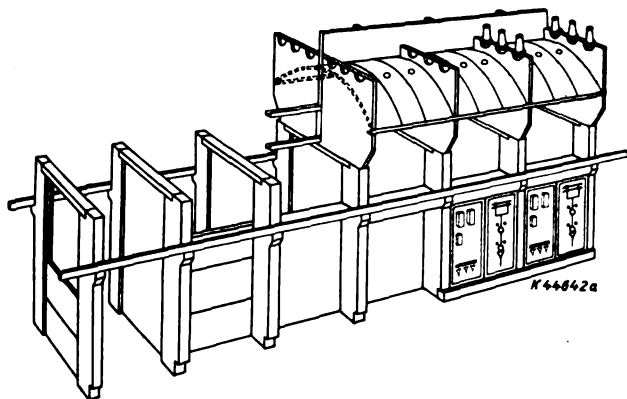


Abb. 2. Aufbau eines eisenarmen Schaltgerüsts für Schaltanlagen mit Druckgasschaltern. Spannung bis 30 kV.

und Anschlußstücke zu entwickeln. Zum Schutze gegen den Angriff der in der Druckluft enthaltenen Feuchtigkeit wurden für Aluminium besondere Verfahren eingeführt, die sich auch bei langen Rohrstücken kleiner Querschnitte anwenden lassen. Im Zuge der Bestrebungen wirtschaftlichster Eisenverwendung entstand für Mittelspannungsanlagen eine Bauweise, bei der als Hauptaufbauteile der Schaltgerüste Betonsäulen verwendet werden (Abb. 2). Auf dem Gebiete der Freiluftschaltanlagen wurden aus dem gleichen Grunde die Schalterfundamente zum Teil in einer Schrankform aus Mauerwerk oder Beton zur Aufnahme von Steuergeräten und Relais-einrichtungen durchgebildet,

Abb. 3. Auch wurden die vor Jahren entwickelten eisenarmen Betonkonstruktionen für Maste in Freiluftschaltungen wieder erneut beachtet, ohne jedoch allgemein verwandt zu werden. Umfangreiche Erfahrungen liegen auf letzterem Gebiete bisher noch nicht vor.

Man konnte beobachten, daß die bewährten Bauformen mit ölarmen bzw. öllösen Leistungsschaltern [vgl. VDE-Fachberichte 9 (1937)], für Mittelspannungsanlagen, wie in den Vorjahren, beibehalten wurden, während Ölschalter nur noch in Anlagen von untergeordneter Bedeutung verwendet wurden.

Auf dem Gebiete der Kraftwerks- und Netzwarten konnte man eine weitere Vereinheitlichung feststellen. Die Verwendung raumsparender Meßgeräte mit kleineren Abmessungen, jedoch gleichgroßer Skalenlänge wie bisher gewährleistet noch größere Klarheit im Aufbau der

Instrumentenanordnungen. Infolge der immer dichter werdenden Besetzung der Schaltwarten mit Instrumenten ist deren gute Ablesbarkeit bei Tag und bei Nacht besonders wichtig. Diese Rücksicht auf die Bedienung sowie

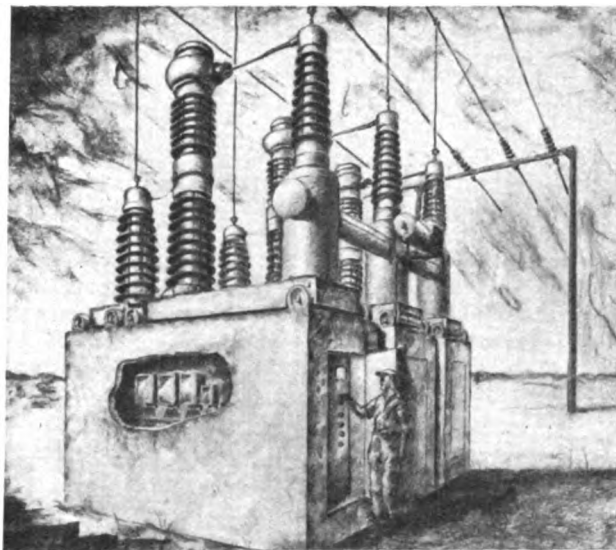


Abb. 3. Unterbau für einen Hochspannungs-Expansionsschalter und Stromwandler in Freiluftbauweise.

die Notwendigkeit der Vermeidung von Bedienungsfehlern führten zur weiteren Verbesserung der Beleuchtung der Schaltfelder. Abb. 4 veranschaulicht die gute Anpassung

der Beleuchtung an den Schalttafelraum in architektonischer Hinsicht. In der an das Oberlicht anschließenden Hohlkehle liegt, für das Auge verdeckt, die künstliche Beleuchtung.

Auf dem Gebiete der gekapselten Hochspannungsschaltanlagen bevorzugt man heute ebenfalls durchweg ölarme bzw. öllöse Schalter. In Industrie- und Kraftwerks-Schaltanlagen haben sich derartige Schalteinheiten bestens bewährt. Die Einrichtungen für

selbsttätige Schaltanlagen wurden weiterhin vereinfacht und eine Anzahl hierzu geeigneter Relais und Reguliereinrichtungen verbessert bzw. neu entwickelt. Insbesondere die Industrie stellte auf dem Gebiet der zentralen Steuerung, Rückmeldung und Verriegelung zahlreicher, voneinander abhängiger Motorantriebe z. B. für Getreidespeicher, Kohlenförderanlagen usw. neue und umfangreiche Aufgaben.

Selbsttätig gesteuerte Synchrongroßmotoren mit einer Gesamtleistung von etwa 25 000 kW wurden von der deutschen Elektroindustrie nach dem Fernen Osten geliefert. Eine Reihe von großen Wasserkraftanlagen mit halb selbsttätiger Steuerung konnten im Fern-Ausland in Betrieb genommen werden, während weitere Anlagen von dort mit einer Gesamtleistung von etwa 200 MVA unserer Elektroindustrie wieder in Auftrag gegeben wurden.



Abb. 4. Schaltwarte mit Oberlicht und künstlicher Beleuchtung aus verdeckter Hohlkehle.

Schaltgeräte.

Der hohe Beschäftigungsgrad der Industrie hat im vergangenen Jahre auch dem Schalterbau seine Prägung gegeben: Bewährte Schalterkonstruktionen wurden beibehalten, da sie bei dem großen Lieferungsumfang die beste Sicherheit für einen störungsfreien Betrieb bieten. Im allgemeinen sind daher nur wenig grundsätzliche Neuerungen erschienen. Auch die immer weiter durchgeführte Umstellung auf heimische Baustoffe ist meistens nach außen hin nicht sichtbar geworden, obwohl gerade in dieser Beziehung eine intensive Kleinarbeit zu leisten war, die an die Werkstoffkenntnis des Konstrukteurs und seine Anpassungsfähigkeit an die neuartigen Eigenschaften der devisensparenden Heimstoffe große Anforderungen stellte.

Bei den Expansionsschaltern ist dieser Vorgang inzwischen zu einem gewissen Abschluß gekommen. Es war dabei nicht nötig, Änderungen am Löschrinzip oder auch nur an der Bauform vorzunehmen. Die Säulenbauform, nach welcher alle Expansionsschalter ausgeführt werden, bietet die Möglichkeit, mit einem Minimum an Kupfer und Messing auszukommen¹⁾. Gegenüber den früheren Bauformen konnten 50 bis 75 % dieser Stoffe eingespart werden. So wird z. B. für die Strombahnen fast ausschließlich Aluminium und Siluminguß an Stelle von Kupfer und Bronze verwendet, mit dem Erfolg, daß z. B. bei einem 4000 A-Schalter trotz der größeren Querschnitte das Gesamtgewicht des Schalters um rd. 10 % herunterging. Die Typenreihe der Expansionsschalter wurde durch tropenfesteste Konstruktionen er-

weitert, da die Ausfuhr in tropische Länder gerade in der letzten Zeit größeren Umfang angenommen hat.

Der kompressorlose Druckgasschalter ist unter dem Namen Hartgasschalter²⁾ auf Spannungen bis 20 kV und auf Leistungen bis 200 MVA ausgedehnt worden. Gegenüber dem Druckgasschalter mit Kompressor weist er den Vorteil auf, unabhängig von der Fremderzeugung des Löschmittels zu sein, wodurch der Schalter die Selbständigkeit jeder Einheit und die Freizügigkeit in der Schaltanlage wiedergewinnt. Dagegen wird er dem Druckgasschalter mit Fremdbeblasung dort den Vortritt lassen, wo eine größere Schalthäufigkeit, vor allen Dingen in Anlagen mit mehreren Schaltern, verlangt wird.

Bei den Schaltgeräten für 100 kV und darüber sind zwei neue Schaltertypen auf den Markt gekommen. Der Druckgasschalter wurde in Form eines Trennschalters ausgeführt, bei dem die Löschdüsen an den Enden des ausschwingbaren Trennarmes angeordnet sind³⁾. Seinen Namen „Freistrahlschalter“ hat er davon erhalten, daß der Lichtbogen und die heißen Schaltgase in die freie Atmosphäre geblasen werden, so daß sich die Anordnung des sonst bei Druckgasschaltern üblichen Schalldämpfers, der gleichzeitig die Schaltgase kühlt, erübrigt. Eine andere neuartige Form eines 200 kV-Schalters ist der ölarme Schalter mit Ölströmungskammern⁴⁾. Der Schalter hat zwei Unterbrechungsstellen, welche mit einer Neigung von 45° an der gemeinsamen Schaltsäule befestigt sind. Auf die Lufttrennstrecke ist bei diesem Schalter bewußt verzichtet.

²⁾ ETZ 59 (1938) H. 7, S. 166, Abb. 1 u. 2.

³⁾ ETZ 59 (1938) H. 7, S. 167, Abb. 3.

⁴⁾ ETZ 59 (1938) H. 16, S. 411, Abb. 3.

¹⁾ Vgl. ETZ 59 (1938) H. 16, S. 411, Abb. 5.

Schutz- und Steuereinrichtungen mit Relais.

Außer den im Bericht von 1934 (S. 631 der ETZ 1934) angegebenen Zeitkennlinien von Distanzrelais werden in den letzten Jahren in der deutschen Praxis auch solche in doppeltgebrochener und vierstufiger Form angewendet¹⁾. Relais mit solchen Zeitkennlinien ermöglichen eine sehr sichere Auswahl der gestörten Anlage, besonders, weil sie in jeder Richtung auf einfache Weise einstellbar sind (Abb. 1). Für besonders kurze Leitungen wird als Meßkriterium für die erste Stufe von einer Firma die Reaktanz statt der Impedanz benutzt²⁾.

Die guten Erfahrungen mit Trockengleichrichtern in der Meßtechnik konnten auch beim Schnelldistanzschutz verwertet werden. Das Impedanz-Meßglied erhält dadurch einen sehr kleinen Eigenverbrauch im Strom- und Spannungspfad und ist dabei völlig strom- und winkelunabhängig; es hat ferner eine hohe Arbeitsgeschwindigkeit und zeichnet sich durch einfachste Einstellbarkeit an ohmschen Widerständen aus³⁾. Mit einem solchen Meßglied ist es möglich, Schleifenimpedanzen bis zu 0,125 Ω herunter bei doppeltem Nennstrom einwandfrei zu messen.

Neuerdings wird ein Stromrichtungs-Vergleichsschutz mit polarisierten Relais vorgeschlagen⁴⁾. Da es sich hier um ein Verfahren mit Strom-

vergleich handelt, können Spannungswandler entbehrt werden, es sei denn, daß eine gerichtete Reserveauslösung

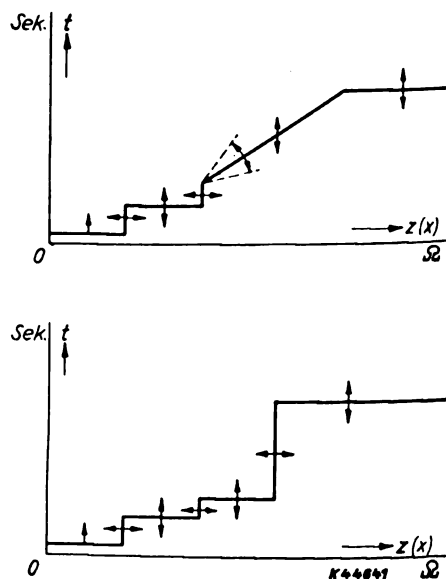


Abb. 1. Zeitkennlinien von Distanzrelais in doppeltgebrochener und vierstufiger Form.

eingefügt werden soll. Als Sammelschienenschutz dürfte der Stromrichtungs-Vergleichsschutz besondere Vorteile

¹⁾ H. Neugebauer, Siemens-Z. 16 (1936) S. 272 und 18 (1938) S. 25; G. Walther, AEG-Mitt. (1938) S. 99.

²⁾ H. Neugebauer, Siemens-Z. 18 (1938) S. 25.

³⁾ G. Walther, AEG-Mitt. (1938) S. 99.

⁴⁾ Jahn u. Gutmann, Elektrizitätswirtsch. 37 (1938) S. 113.

bieten, da bei ihm der „Vergleich“ ausschließlich im Gleichstromkreis (Auslöserkreis) vorgenommen wird und da die Verschiedenheit von Übersetzungsverhältnis und Klassengenauigkeit der Stromwandler in den Leitungsabgängen belanglos ist. Der Stromrichtungs-Vergleichsschutz ist überdies pendelsicher.

Beachtenswert ist ein neues Überlastrelais, das als Primärrelais auf Schalter aufgesetzt wird. Es besitzt Zeitkennlinien, die sich in weiten Grenzen den thermischen Verhältnissen des zu schützenden Gegenstandes anpassen lassen⁵⁾. Zu erwähnen ist hier auch ein neues thermisches Relais für Motorschutz, bei dem die Kontakte schlagartig geschlossen und geöffnet werden⁶⁾.

Die Schutzschaltungen für Einankerumformer wurden neu untersucht und durchgeprüft. Dabei wurde die Ansicht bestätigt, daß man die Schutzeinrichtungen nicht so empfindlich zu entwerfen braucht, wie es bisher geschah. Die neuen Schaltungen haben sich bewährt⁷⁾.

Bei den Relaisprüfeinrichtungen ist eine neue Apparatur zu erwähnen, die insbesondere für die Primärprüfung geeignet ist⁸⁾. Auch ein neuer Sekunden-

messer großer Zeitgenauigkeit für die Prüfung von Relais ist auf den Markt gekommen⁹⁾.

Wie im vorigen Jahre mag darauf hingewiesen werden, daß die Ausgestaltung der Hilfsrelais wieder fortgeschritten ist. Als Beispiel sei ein polarisiertes Quecksilberrelais erwähnt, bei dem ein permanenter Magnet, der die Kontakte trägt, in das Quecksilberrohr eingesetzt ist.

Die selbsttätig schnellarbeitenden Parallelschalteinrichtungen werden neuerdings nicht nur für parallel zu schaltende Maschinensätze angewandt, sondern auch an Netzkuppelstellen, um im Bedarfsfalle eine schnelle Parallelschaltung zu ermöglichen und dann Energie aus dem Fremdnetz zur Stützung der eigenen Erzeugung zu beziehen¹⁰⁾.

Neuerdings kommen Relaissteuerungen auf, die selbsttätig die Belastung eines Kraftwerkes so auf seine Maschinen verteilen, daß die gesamten Erzeugungsverluste auf ein Minimum herabgesetzt werden, oder, mit anderen Worten, daß die gesamte Ausbeute aus den Stromquellen ein Optimum erreicht¹¹⁾.

⁹⁾ G. Stark, AEG-Mitt. (1938) S. 130.

¹⁰⁾ G. Meiners, Die Technik selbsttätiger Steuerungen und Anlagen, S. 130, Verlag E. Oldenbourg 1936. Wierer, Siemens-Z. 16 (1936) S. 430.

¹¹⁾ Wierer, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 28 (1937) S. 552; VDE-Fachberichte 9 (1937) S. 158.

Fernwirktechnik.

Auch im Berichtsjahr ist wie im Vorjahr keine wesentliche Neuentwicklung bekanntgeworden, der Einsatz von Fernwirkanlagen und überhaupt von Fernmeldeeinrichtungen jeglicher Art für den Betrieb und die Überwachung von Starkstromnetzen hat weiter zugenommen, nachdem nunmehr seit längerer Zeit die Verfahren zur Verfügung stehen und sich mit ihnen wirtschaftliche und betriebliche Vorteile erreichen lassen, die auf andere Weise nicht denkbar sind¹⁾.

Fernmeßverfahren sind für die verschiedensten Betriebsanforderungen entwickelt worden²⁾ und werden für die Übertragung auf Leitungen und auch mit Hochfrequenzkanälen vielseitig benutzt³⁾. Im Zusammenhang mit Fernregelanlagen erwachsen ihnen besondere Aufgaben in bezug auf Schnelligkeit der Anzeige und Sicherheit der Übertragung. — Die Leistungs- und Frequenzregelung gewinnt mit dem notwendigen Zusammenschluß der Netze immer größere Bedeutung, elektrische Regler hierfür wurden schon in einer Reihe von Fällen im praktischen Betrieb erfolgreich eingesetzt⁴⁾. Die frequenzabhängige Leistungsregelung ist dabei mit Rücksicht auf die Stabilität des Zusammenarbeitens und in bezug auf die Leistungsverteilung der einfachen Leistungsregelung überlegen⁵⁾⁶⁾.

Die bekanntesten Fernsteuerverfahren mit den Hilfsmitteln der Selbstanschluß-Telephonie wurden durch einfache Verfahren ergänzt, die keine Stromquelle und keine umfangreicheren Wählereinrichtungen in den fernüberwachten Stationen benötigen. Die für die Anzeige von Schalterstellungen entwickelten Leucht- und Blindschaltbilder gewinnen auch für andere Zwecke immer mehr Boden⁷⁾.

Über das im Vorjahr eingeführte Transkommandoverfahren zur Fernsteuerung von Tarifgeräten und für Luftschutzzwecke ohne besondere Steuerleitungen, das mit kurzzeitigen Spannungsabsenkungen im Netz arbeitet, konnten Betriebserfahrungen aus einem größeren Netzversuch mitgeteilt werden⁸⁾.

Für die Übertragung der Impulse für alle Zwecke der Fernwirkanlagen spielt die Mehrfachausnutzung von leitungsgereichten Hochfrequenzübertragungen eine immer bedeutendere Rolle, da zusammen mit den für die Telephonie verwendeten Wellen in größeren Netzen schon eine außerordentliche Wellenknappheit eingetreten ist⁹⁾. Dabei werden absatzweise arbeitende Verfahren, bei denen z. B. entweder eine Telephonieverbindung mit Wahlfernmessung belegt wird, oder bei denen mit den Wählern für die Telephonie auch ferngesteuert und rückgemeldet wird, oder auch Unterlagerungen verwendet mit unterhalb des aufmodulierten Sprachbereiches vorgesehenen besonderen Frequenzen, die eine Impulsübertragung unabhängig von der Sprachübertragung, z. B. für Fernmessung oder Hochfrequenzselektivschutz vorzunehmen gestatten³⁾. Die Telephonieverbindungen selbst sind durch höhere Selektivität der Hochfrequenzglieder, verbesserte Ankopplungsverfahren und neuzeitliche Selbstanschlußschaltungen verbessert worden¹⁰⁾. Neuerdings wurden auch erfolgversprechende Versuche gemacht, den für drahtlose Übertragungen entwickelten Siemens-Hellschreiber mit den Telephonieverbindungen zusammen derart einzusetzen, daß er im Falle von Störungen, wenn die Sprachübertragung bereits aussetzt, wenigstens noch eine telegraphische Übermittlung gestattet. Im Sinne einer Erhöhung der Betriebssicherheit wirken auch Zwischenverstärker mit Pegelregelung, da sie den Hochfrequenzträger durch Zwischenverstärkung immer wieder heben und ihn daher nicht unter die gefährliche Grenze der Störspannungen absinken lassen.

¹⁾ Jäger, VDE-Fachberichte 9 (1937) S. 166; ETZ 58 (1937) S. 957.

²⁾ Fliescher, VDE-Fachberichte 9 (1937) S. 170; ETZ 58 (1937) S. 957.

³⁾ Riedel, VDE-Fachberichte 9 (1937) S. 174; ETZ 58 (1937) S. 957.

⁴⁾ Courtin, ETZ 58 (1937) S. 1025.

⁵⁾ Wierer, VDE-Fachberichte 9 (1937) S. 158; ETZ 58 (1937) S. 957.

⁶⁾ August, ETZ 58 (1937) S. 1396.

⁷⁾ Jungblut, VDE-Fachberichte 9 (1937) S. 127; ETZ 58 (1937) S. 957.

⁸⁾ Jakob u. O. Heyl, ETZ 58 (1937) S. 1117.

⁹⁾ Baranowsky, VDE-Fachberichte 9 (1937) S. 179; ETZ 58 (1937) S. 957.

¹⁰⁾ Kleebinder, ETZ 58 (1937) S. 1324.

Leitungsbau.

621. 315. 1/2

1. Freileitungen.

Die lebhafte Bautätigkeit auf dem Gebiete des Freileitungsbauwesens hielt auch im Berichtsjahr an. Grundsätzliche Neuerungen sind nicht herausgekommen; es wurden die bewährten Konstruktionen und deren Neuerungen, über die früher berichtet wurde¹⁾, beibehalten. Für Leiterseile stand Stahlaluminium an erster Stelle, das sich auch für solche Leitungen verwenden läßt, bei denen Mast und Kopfausbildung ursprünglich für Kupferleitungen vorgesehen waren. Die Verlegung der Stahlaluminiumleitung läßt sich dann im allgemeinen so durchführen, daß bei gleichem Durchhang mit den Kupferleitungen die Verlegungsspannung niedrig gehalten werden kann, so daß das Gestänge bei Stahlgittermasten ohne besondere Verstärkung wieder verwendet werden konnte.

Die früheren grundlegenden Untersuchungen der „Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen“ über Gewitterschutz wurden ergänzt durch Modellversuche²⁾, die bestätigten, daß ein Erdseil recht hoch anzuordnen ist und bei weit ausladenden Traversen zwei Erdseile besser sind. Hierbei müssen die mechanischen Gesichtspunkte beachtet werden.

Die Forderung nach sparsamster Verwendung von Stahl führte nach eingehender Prüfung dazu³⁾, schwächere Winkelprofile zuzulassen, und zwar bis 30 mm Schenkelbreite und 3 mm Stahlstärke bei Stahlmasten mit einem Gesamtmoment von nicht mehr als 8000 mkg, bezogen auf den Erdaustritt. Außerdem wurden die zulässigen Scherspannungen für Niete und Schrauben erhöht⁴⁾. Auch durch Änderung der Anordnung der Leitungen, besonders bei Höchstspannungsleitungen, konnte der Forderung auf Stahlsparnis bei sonst gleicher Sicherheit Rechnung getragen werden. Versuche an Masten mit nicht genormten Profilen erwiesen deren Brauchbarkeit.

Bei den Isolatoren wurde eine neue Umstellnorm, DIN VDE 8007 U, herausgebracht, wonach bei den Kappenisolatoren Reihe K nur mehr noch die gekittete Klöppelbefestigung und bei Vollkernisolatoren VK die gekittete Kappenbefestigung verwendet werden darf⁵⁾. Außerdem wurde in Anlehnung an die seit Jahren schon festgelegte Dauerzugfestigkeit bei Seilen auch für diese Isolatoren die Dauerprüflast festgelegt, die 1,85mal so hoch sein muß wie der Höchstzug der Leitungen.

¹⁾ ETZ 58 (1937) S. 847.

²⁾ ETZ 58 (1937) S. 881, 928 u. 973.

³⁾ ETZ 58 (1937) S. 1304.

⁴⁾ ETZ 58 (1937) S. 1046.

⁵⁾ ETZ 58 (1937) S. 995.

2. Kabel.

Die in den ab 1934 gültigen VDE-Vorschriften für Papierbleikabel (VDE 0255) vorgeschriebenen Nieder- und Mittelspannungskabeltypen mit verminderter Gürtelisolierung werden nunmehr überall verwendet, sie haben sich, soweit bis jetzt zu übersehen ist, gut bewährt. Auf dem Gebiete der Hochspannungskabel sind zu den H-, Dreimantel- und den Einleiterkabeln die Öl- und Druckkabel erfolgreich in Wettbewerb getreten und haben für Spannungen über 35 kV aus technischen und wirtschaftlichen Gründen immer mehr Anklang gefunden. Die vorhandenen Anlagen haben sich bewährt. Neu hinzugekommen sind einige kleinere Ölkabelanlagen verschiedener Spannungen sowie eine längere 50 kV-Druckkabelanlage. Eine deutsche Firma erhielt einen großen Auftrag auf eine 150 kV-Ölkabelanlage nach Holland, wo über 20 km Strecke 100 000 kVA übertragen werden sollen.

Was die Verwendung von Heimstoffen angeht, so haben hierfür die Umstellvorschriften des VDE Richtlinien gegeben⁶⁾. Aluminium als Leitermaterial findet heute keine Beanstandung mehr, nachdem eine Reihe zuverlässiger Leiterverbindungen entwickelt und erprobt worden sind. Da es bis jetzt noch nicht gelungen ist, einen absolut wasserundurchlässigen nichtmetallischen Hüllstoff für papierisierte Starkstromkabel zu finden, beschränken sich die Umstellvorschriften bezüglich der Bleimantelersparnisse auf eine gewisse Wandstärkenverminderung, und als sicher nicht unzweckmäßige Kompensation hierfür bringen sie eine Verstärkung der Papier-Compound-Schichten des Korrosionsschutzes. Die auf der Acrylsäure- und Vinylchloridgrundlage aufgebauten Kunststoffe haben wegen ihrer verhältnismäßig ungünstigen dielektrischen Eigenschaften im verarbeiteten Zustand bisher nur in Sonderfällen Aufnahme gefunden. Anders steht es mit Buna, das vor allem in der Form Buna S elektrische und gleichzeitig mechanische und thermische Eigenschaften aufweist⁷⁾, die den Naturgummi übertreffen. Das weitere Vordringen des Buna als Werkstoff auch in der Elektrotechnik ist nur eine Frage der Zeit bzw. der Herstellungsmöglichkeit in hinreichender Menge. Zusätze von Oppanol zu Buna haben sich als weiter qualitätssteigernd erwiesen.

Schließlich ist noch zu erwähnen, daß der wirtschaftliche Aufschwung Deutschlands sich auch in der Kabeltechnik in erhöhtem Umfange im Berichtsjahre auswirkte, während die Auslandsaufträge sich mindestens auf der Höhe des Vorjahres hielten.

⁶⁾ ETZ 58 (1937) S. 995.

⁷⁾ ETZ 59 (1938) H. 7, S. 172.

Hochspannungstechnik.

621. 3. 027. 3

Die Forschung hat sich im Berichtsjahr wieder eifrig mit der Aufklärung der Vorgänge beim Durchschlag von Gasen, festen und flüssigen Stoffen befaßt¹⁾. Unter anderem ergaben sich sehr kurze Funkenverzögerungszeiten bis herab zu $5 \cdot 10^{-9}$ s, die sich aus zwei Teilbeträgen, der statistischen Streuzeit für die Bildung der Anfangselektronen und der eigentlichen Aufbauzeit für die Lawine zusammensetzen²⁾. Ferner wurden Gleich-

richteranordnungen und elektrostatische „Gleichstrommaschinen“ für sehr hohe Spannungen gebaut³⁾.

Mit der Eichung der in den Prüffeldern verbreiteten Kugelfunkentrecke, sowohl für Niederfrequenz wie auch für Stoßspannungen, befassen sich mehrere Arbeiten. Man kann hoffen, daß hier in absehbarer Zeit ein gewisser Abschluß erreicht wird⁴⁾.

Die praktisch besonders wichtige Erdrungsfrage war wieder Gegenstand einer Reihe von Untersuchungen.

¹⁾ ETZ 58 (1937) S. 750, 888, 1262, 1299.

²⁾ ETZ 58 (1937) S. 609, 718, 722, 934; ETZ 59 (1938) H. 1, S. 1; H. 2, S. 33; H. 3, S. 60.

³⁾ ETZ 58 (1937) S. 665, 1164, 1245.

⁴⁾ ETZ 58 (1937) S. 609, 1062; ETZ 59 (1938) H. 7, S. 161.

die u. a. das Ziel verfolgen, möglichst wirtschaftliche Wege für die Erzielung der gewünschten niedrigen Widerstandswerte zu finden, dabei aber gleichzeitig Erder mit großer linearer Ausdehnung zu vermeiden⁵⁾, die bei Stoßbeanspruchung im ersten Augenblick einen erheblich erhöhten wirksamen Widerstand aufweisen. Auch werden Wege zur Vorausberechnung der zu erwartenden Widerstandsbeträge gegeben⁶⁾.

Die Gewitterforschung wurde, entsprechend ihrer Bedeutung, eifrig weiter betrieben. Norinder konnte durch eine größere Zahl von Kathodenstrahl-Oszillogrammen nachweisen, daß auch Blitzschläge, die weder Mast noch Leitung unmittelbar treffen, mittelbar Überspannungen beachtlicher Größe hervorrufen können — bisher sind Beträge bis etwa 400 kV festgestellt worden⁷⁾. Mehrere dieser Arbeiten beschäftigen sich mit den schwierigen Fragen der Gewitterentstehung, des Blitzvorganges usw. Auch durch Modellversuche versuchte man weiteren Einblick zu bekommen⁸⁾. Inwieweit Modellversuche ein richtiges Bild geben, ist umstritten; der Gedanke von Matthias, den vorwachsenden Blitzkopf

durch eine Spitze nachzubilden, erscheint als Fortschritt gegenüber dem Verfahren, die Wolke durch einen leitenden Körper darzustellen.

Mehr und mehr setzt sich die Erkenntnis durch, daß der Stoßprüfung der Anlageteile große Bedeutung zukommt. Hier sind infolgedessen Untersuchungen angestellt worden⁹⁾, die zur Klärung beitragen. Von Bedeutung ist die Feststellung, daß durch Umspanner u. U. erhebliche Überspannungen magnetisch auf die Niederspannungsseite übertragen werden können, die sich wegen ihrer Dauer durch Kapazitäten (Kabel) üblicher Größe nicht genügend absenken lassen¹⁰⁾.

Die Frage nach einer zweckmäßigen Staffelung der Isolation wurde weiter erörtert; die Schwierigkeit besteht darin, daß eine allen Wünschen Rechnung tragende Stationsisolierung wirtschaftlich kaum durchführbar ist¹¹⁾. Hier tritt der neuzeitliche Überspannungsableiter als Helfer in der Not ein, der sich überhaupt mehr und mehr als ein wertvolles Hilfsmittel erweist. Die Entwicklung ist hier soweit fortgeschritten, daß der VDE neue „Leitsätze für Überspannungsschutzgeräte“ herausgeben konnte¹²⁾.

⁵⁾ ETZ 59 (1938) H. 2, S. 43; H. 8, S. 185.

⁶⁾ ETZ 59 (1938) H. 2, S. 45.

⁷⁾ ETZ 58 (1937) S. 1077, 1129, 1158, 1213, 1238, 1369; ETZ 59 (1938) H. 5, S. 105.

⁸⁾ ETZ 58 (1937) S. 507, 881.

⁹⁾ ETZ 58 (1937) S. 513, 628, 826, 1177.

¹⁰⁾ ETZ 58 (1937) S. 1163.

¹¹⁾ ETZ 58 (1937) S. 525, 1177, 1257.

¹²⁾ ETZ 58 (1937) S. 493, 589, 615.

Isolierstoffe.

Auch im vergangenen Jahre ist das Gebiet der Isolierstoffe erheblich verbreitert und vertieft worden. Die allgemeine Entwicklung, daß Werkstoffe, die lange Zeit überwiegend oder in einzelnen Erscheinungsformen nur für elektrotechnische Zwecke in Frage kamen, jetzt auch in anderen Zweigen der Technik Beachtung, ja ihre Hauptanwendung finden, hat lebhaft Fortschritte gemacht. Der Wandel in der Werkstoffauffassung wurde besonders deutlich in den beiden großen Ausstellungen „Schaffendes Volk“ und „Achema VIII“. Der veränderten Sachlage trug der VDE in seinen Bestimmungen¹⁾ Rechnung. Zahlreiche Umstellungen haben sich schon als wertvolle Ansätze zu neuen technischen Möglichkeiten erwiesen. Der „Ersatz“-Charakter kann im allgemeinen als überwunden gelten, nicht zuletzt dank der Tatkraft des Amts für Deutsche Roh- und Werkstoffe, das die Förderung der Technik nachdrücklich betrieben hat.

Bei den anorganischen Isolierstoffen ist als neu die Verwendung von Porzellanrohren in der Kabeltechnik zu nennen²⁾. Glas setzte sich als Austauschwerkstoff stärker durch, besonders in Gespinnstform³⁾. Die keramischen Isolierstoffe in der Installationstechnik⁴⁾ paßten sich den heutigen Forderungen der Raumersparnis durch neue Gestaltungen an. Wie schon in den letzten Jahren wurden die Sondermassen für die Hochfrequenztechnik planvoll weiterentwickelt. Die Beherrschung des Temperaturkoeffizienten (TK.) der Dielektrizitätskonstanten geht bei ihnen heute so weit, daß man Kondensatoren zur Regelung des TK. ganzer Schwingungskreise herstellen kann. Bei den Freileitungsisolatoren für hohe Spannungen sind lange Bauformen herausgebracht worden, die neben der Ersparnis an Kappen günstige Verhältnisse für die Lichtbogenbildung bieten⁵⁾. Die unmittelbare Verbindung von keramischen Stoffen mit Glas und mit Metall⁶⁾ erlangte im Röhrenbau größere Bedeutung. Über die Natur der

elektrischen Leitfähigkeit bei höheren Temperaturen gaben Studien an Glimmer Aufschluß⁷⁾. Eine bemerkenswerte Arbeit⁸⁾ galt der Leitfähigkeit keramischer Stoffe bis 900°.

Unter den organischen Isolierstoffen befinden sich die Kunststoffe weiter in stürmischem Aufschwung. Für die nun schon altbewährten Stoffe auf Kondensationsbasis wurden die Quellen des wichtigen Rohstoffs Phenol⁹⁾ wesentlich vermehrt. Die Preßstoffe wurden im Zuge der Heimstoffwirtschaft verstärkt auf nichtelektrischen Gebieten verwendet. Die hier gesammelten Erfahrungen waren auch für den elektrischen Gebrauch wertvoll. Stranggepreßte Rohre dienten zur Verlegung blanker Leiter in Installationen. Von besonderer Bedeutung ist die Bekanntgabe einer neuen Typisierung¹⁰⁾ durch die Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie. Neben der Einführung neuer Typen, z. B. für Stoffe mit pulverförmigen Mineralien als Füllern (Typ I₁) und für die als zähe Baustoffe gebrauchten neueren Kunststoffe auf der Grundlage von Zellstoff (Typen Z₁, Z₂, Z₃), ist die Ergänzung der Eigenschaftstafel durch Aufnahme der „Kerbzähigkeit“ zu nennen. Innerhalb und außerhalb der Elektrotechnik eroberten sich die Polymere neue Anwendungsgebiete. Der deutsche synthetische Kautschuk fand guten Eingang in die Elektroindustrie. Perbunan und Buna S werden als Schutzmäntel, Buna S und „Zahlenbuna“ als Isolierungen in der Kabeltechnik gebraucht¹¹⁾. Gleichfalls als Drahtisolation werden Vinylchloride benutzt. Für manche Zwecke bedarf allerdings die Weichmacherfrage eingehenderen Studiums¹²⁾. Rein, als Mischpolymerisat und mit Füllstoffen wurden weiter Polyakrylate gebraucht. Aussichtsreich erscheint das als Polyisobutyl anzu-sprechende Oppanol, das in Weichgummi ähnlicher Art benutzt wird; auch schwefelhaltige Stoffe, wie Perduren und Thiokol, kommen auf. Der Wettbewerb der Kunst-

¹⁾ VDE 0040/XII 37; ETZ 58 (1937) S. 848.

²⁾ ETZ 59 (1938) H. 3, S. 72.

³⁾ Glastechn. Ber. 15 (1937) S. 250.

⁴⁾ ETZ 58 (1937) S. 474.

⁵⁾ ETZ 59 (1938) H. 9, S. 234.

⁶⁾ Z. VDI 81 (1937) S. 923.

⁷⁾ Elektrotechn. Ber. 3 (1937) S. 131.

⁸⁾ Phys. Z. 39 (1938) S. 141.

⁹⁾ Kunststoffe 28 (1938) S. 2.

¹⁰⁾ ETZ 58 (1937) S. 1254.

¹¹⁾ ETZ 59 (1938) H. 7, S. 172 u. 174.

¹²⁾ Kunststoffe 28 (1938) S. 54.

stoffe gab auf dem Gebiete des Naturkautschuks zu Neuerungen Anlaß¹³⁾, z. B. zu verbesserter Reinigung und zur Herstellung zähflüssiger lackartiger Abwandlungen. Unter den sog. Thermoplasten gewann das Luvican, auch als Trolitul Luv bezeichnet, Bedeutung durch seine Wärmebeständigkeit. Bei den Anilinharzen kann die Entwicklung noch nicht überblickt werden. Im Bereich der Folien setzte sich das Zellulosetriazetat dank seinem günstigen elektrischen und thermischen Verhalten weiter durch. Die Azetylierung¹⁴⁾ scheint auch zur Vergütung von Papier Vorteile zu bieten. Chlorierte Erzeugnisse gibt es im Gebiet des Kautschuks (Lack), der Wachse (Kondensatorenrückung) und der Dielektriken für Transformatoren. Neue Erkenntnisse wurden durch Forschungen über Verguß- und Füllmassen¹⁵⁾ gewonnen. Auch die elektrischen und sonstigen Eigenschaften von

Ölen¹⁶⁾ wurden bearbeitet. Interessant sind Versuche, organische Gase und Dämpfe in die Isoliertechnik, etwa an Stelle von Stickstoff, einzuführen¹⁷⁾.

Die vielen Fortschritte, zu denen sich noch eine Unmenge kleinerer Verbesserungen und Anpassungen gesellt, wären nicht möglich gewesen, wenn nicht auch die einschlägige Meß- und Prüftechnik stark entwickelt worden wäre. An größeren wissenschaftlichen Arbeiten seien wenigstens noch die über Dauerwärmebeständigkeit¹⁸⁾, Wärmeleitfähigkeit¹⁹⁾ und Ausdehnung²⁰⁾ genannt. Auf breiter Grundlage sind zur Zeit zahlreiche Forschungen im Gange, so daß manches, was heute nur als Erfahrung oder gar als Gefühlssache anzusehen ist, bald in den Bereich gesicherter wissenschaftlicher Erkenntnis wird gezogen werden können.

¹³⁾ ETZ 58 (1937) S. 1302.

¹⁴⁾ ETZ 58 (1937) S. 356.

¹⁵⁾ Elektrotechn. Ber. 2 (1937) S. 165.

¹⁶⁾ Elektrotechn. Ber. 4 (1938) S. 320.

¹⁷⁾ Elektrotechn. Ber. 4 (1938) S. 85.

¹⁸⁾ Plast. Massen 6 (1937) S. 411.

¹⁹⁾ ETZ 58 (1937) S. 1270.

²⁰⁾ Kunststoffe 28 (1938) S. 9.

Elektrische Bahnen.

Im Jahre 1937 wurde die elektrische Zugförderung auf einer 4 km langen, an die Hauptbahn Stuttgart—Ulm anschließenden Seitenlinie aufgenommen. Die Länge des elektrisch betriebenen Netzes der Deutschen Reichsbahn betrug am 31. 12. 1937 somit 2288 km Strecken mit rd. 6000 km Gleis.

Die Arbeiten für die Umstellung der Strecken Nürnberg—Halle—Leipzig (350 km) und Zuffenhausen—Weil der Stadt (27 km) auf elektrischen Betrieb machten recht beachtliche Fortschritte. Auf der erstgenannten Strecke konnte die Freilegung des lichten Raumes fast restlos durchgeführt werden. Die Bahnhofsumbauten wurden z. T. bereits beendet, z. T. soweit gefördert oder vorbereitet, daß die planmäßige Fertigstellung gesichert sein dürfte. Ebenso konnte die Erweiterung des Burgbergtunnels bei Erlangen beendet und der zweigleisige Betrieb wieder aufgenommen werden. Auf der Strecke Zuffenhausen—Weil der Stadt konnten die umfangreichen bautechnischen Arbeiten soweit vorangebracht werden, daß im Jahre 1938 die elektrische Ausrüstung der Strecke durchgeführt werden kann. Gute Fortschritte sind auch auf dem noch im Bau befindlichen südlichen Teil der Berliner Nord-Süd-S-Bahn zu verzeichnen gewesen.

Auch die in Hamburg vorgesehene großzügige Um- und Neugestaltung der Hamburger S-Bahn ist im Gange.

Die Umrichteranlage der Wiesen- und Wehratalbahn versorgte fast ständig den dortigen Bahnbetrieb und arbeitete zufriedenstellend. Die zweite Umrichteranlage der Deutschen Reichsbahn bei Pforzheim konnte den Versuchsbetrieb aufnehmen und in das süddeutsche 110 kV-Bahnstromnetz speisen, während eine dritte Anlage für die Strecke Nürnberg—Halle/Leipzig im Bau ist.

Auf der Höllental- und Dreiseenbahn wurde im Jahre 1937 der Versuchsbetrieb ununterbrochen durchgeführt und durch Messungen eingehend untersucht. Hierfür wurde ein besonderer Meßwagen gebaut, der sich gut bewährt hat. Die Arbeiten sind noch nicht abgeschlossen.

An Fahrzeugen wurden 28 elektrische Lokomotiven und 14 Wechselstromtriebwagen der bekannten Bauarten in Dienst gestellt, während 60 elektrische Lokomotiven — vorwiegend der Bauarten E 18, E 44 und E 93 — neu bestellt wurden. Von der neuentwickelten Lokomotive Reihe E 19 (1' Do 1') befinden sich vier Stück im Bau. Um auch schwere Güterzüge bis zu 2000 t Anhängelast auf

Steigungen von 10 ‰ befördern zu können, wurde eine der Bauart E 93 ähnliche, aber leistungsfähigere Bauart E 94 (Co' Co') mit einer Höchstgeschwindigkeit von 90 km/h entwickelt, die auch für Eilgüter- und Personenzüge vorgesehen ist. Für die Berliner S-Bahn wurden 183 Zügeinheiten der bekannten Bauart und für die Hamburger S-Bahn 55 Zügeinheiten bestellt, die aus je zwei Trieb- und einem Beiwagen bestehen. Jede Zügeinheit erhält eine Dauerleistung von 1120 kW, die Triebwagen sind mit elektrischer Nutzbremsung ausgerüstet.

Um weitere Erfahrungen mit Heimstoffen im Fahrzeugbau sammeln zu können, wurde der Ständer eines Fahrmotors einer Lokomotive der Reihe E 18 (1' Do 1') mit Aluminium bewickelt. Die Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen. Ferner wird eine Lokomotive der Bauart E 44 weitgehend mit Heimstoffen ausgerüstet. Sie wird als „Heimstofflokomotive“ die Umstellarbeiten wesentlich fördern helfen.

Die Fahrleitungen wurden den erhöhten Fahrgeschwindigkeiten angepaßt. Besonders wurde angestrebt, die Änderung des Durchhanges bei wechselnder Temperatur möglichst gering zu halten und den Fahrdrabt von örtlicher Anhäufung schwererer Massen frei zu halten. Zum Nachspannen des Fahrdrabtes wurden die Radspannwerke an Stelle der früher üblichen Hebelkonstruktion weiter entwickelt und verschiedentlich eingebaut. Sie zeichnen sich durch geringes Gewicht und hohen Spannungsbereich aus.

Der Austausch des Kupfers durch Heimstoffe wurde eifrig weiter verfolgt. Aluminium bzw. Aldrey als Fahrdrabt scheint sich nicht besonders zu eignen; es wird deshalb die sogenannte „Verbundfahrleitung“ mit Aluminium- oder Stahl-Aluminium-Tragseil als Stromleiter und daran hängendem Stahlfahrdrabt erprobt. Ebenso werden Stahl-Aluminium-Fahrdrähte, d. h. Aluminiumleitungen mit eingewalzter Schleiffläche aus Stahl, untersucht. Abschließende Ergebnisse stehen noch aus. Klemmen, Aufhängeteile usw. wurden mit Erfolg teils mit vermindertem Kupferaufwand, teils ganz aus Heimstoffen hergestellt.

Die Fernantriebe für Streckenschalter wurden neu durchgebildet und verbessert.

An theoretischen Arbeiten sind u. a. Untersuchungen über die Mechanik der Zugförderung und die Entwicklung von exakten Verfahren für Fahrzeitermittlung und Aufstellen von Erwärmungskennlinien zu erwähnen.

Gleislose Fahrzeuge.

1. Oberleitungsomnibus.

Im Jahre 1937 ist zu den bereits bestehenden Anlagen eine neue Obuslinie in Hannover in Betrieb genommen worden, so daß sich nach Abschluß des Jahres 1937 für Deutschland die Gesamtbetriebslänge an Obuslinien auf 51,8 km stellt, während sich die Gesamtzahl der in Betrieb befindlichen Fahrzeuge durch die Ende des Jahres an die Berliner Verkehrsbetriebe gelieferten zwei Sechsradobusse neuester Bauart auf jetzt insgesamt 26 Fahrzeuge beläuft (Zahlentafel 1). — In Bestellung

621. 335. 4. 033. 91 +. 335. 5
Die bisher zur Ausführung gekommenen Fahrleitungsbauarten haben sich gut bewährt. Die freibewegliche Aufhängung hat die größte Verbreitung gefunden.

Zur Vereinheitlichung von Obustypen ist beim Verband Deutscher Kraftverkehrsgesellschaften ein technischer Obusausschuß berufen worden, dem die Aufgabe gestellt ist, auf Grund der bisherigen Erfahrungen mit Obusanlagen im In- und Ausland einige wenige Fahrzeuggrößen zu schaffen. Im Benehmen mit der beteiligten Industrie wurden für die normalen Verkehrs-

Zahlentafel 1. Obuslinien in Deutschland.

Ort der Anlage und Eigentümer	Länge der Betriebsstrecke km	Fahrzeuge			In Betrieb seit
		Gesamtzahl	Bauart, Sitz- und Stehplätze	Motor kW Stundenleistung	
1. Mettmann-Gruten (Rhld.) Rhein. Bahngesellschaft, Düsseldorf	5,8	2	Eindeck-6-Rad 30 + 17	1 × 89	1930
2. Idar-Tiefenstein (Rhld.) Oberstein-Idarer Elektrizitäts-A.-G.	4,5	2	Eindeck-6-Rad 24 + 20	2 × 40	1932
3. Spandau-Staaken Berliner Verkehrs-A.-G.	6,7	4	Eindeck-6-Rad 40 + 30	2 × 41	1933
4. Steglitz-Marienfelde Berliner Verkehrs-A.-G.	9,7	7	Eindeck-6-Rad 36 + 30	2 × 50 1 × 112 (2 × 55)	1935
5. Oldenburg Oldenburger Vorortbahnen	13,7	7	Eindeck-4-Rad 26 + 15	1 × 64	1936
6. Insterburg Stadtwerke Insterburg	7,8	3	Eindeck-4-Rad 26 + 15	1 × 64	1936
7. Hannover Überlandwerke und Straßenbahnen Hannover A.-G.	3,1	1	Eindeck-4-Rad 26 + 15	1 × 64	1937
8. Leipzig Große Leipziger Straßenbahn	3,6	5	Eindeck-4-Rad 32 + 18	2 × 50	in Bau
9. Zwickau	13,14	2	Eindeck-4-Rad 32 + 18	1 × 85	in Bau
10. Pirmasens	4,0	3	Eindeck-4-Rad 20 + 16	1 × 64	in Bau
Zusammen	72,04	36			

gegeben wurden für Leipzig fünf Eindeck-Vierradobusse für je 50 Fahrgäste für eine Obusstrecke von 3,6 km, ferner für Zwickau zwei Eindeck-Vierradobusse für je 50 Fahrgäste für eine Obusstrecke von 13,14 km.

Wenn auch die Entwicklung in Deutschland bisher zögernd vorangegangen ist, so zeigt sich doch, besonders im Hinblick auf die zur Zeit schwebenden Projekte, daß der Obusgedanke auch im letzten Jahr mehr an Boden gewonnen hat.

Als bemerkenswerte Neukonstruktionen sind die für die Berliner Verkehrsbetriebe gegen Ende vorigen Jahres gelieferten elektrischen Ausrüstungen für Sechsradobusse anzusehen, die hinsichtlich der elektrischen Steuerung neuartige Ausführungen gebracht haben. Es ist gelungen, für die Steuerung stärkerer Motorleistungen, bis 100 kW-Stundenleistung, einen fußbetätigten, vielstufigen Reihen-Parallel-Starkstromfahrshalter zu entwickeln, bei dem Fahrshalter, Anfahrwiderstände und Fahrtwender zu einem Aggregat vereinigt sind¹⁾. Sie stellt eine besonders glückliche Lösung auch für eine Obussteuerschaltung dar, weil durch die Zusammenfassung des Steuerschalters mit der Kontaktbahn nebst Widerständen und dem Fahrtwender gegenüber der bisherigen Bauart eine Kostenverminderung und Raumersparnis eintritt. Nach den bisherigen Betriebserfahrungen hat es den Anschein, als wenn sich in Deutschland die Verwendung der nicht selbstbetätigten Steuerung mehr als bisher durchsetzen wird.

bedingungen zwei Fahrzeuggrößen vereinbart. Es sind vorgesehen: Größe 1 für ein Fassungsvermögen bis 45 Personen, Größe 2 für ein Fassungsvermögen bis 60 Personen. Beide Größen, in Abb. 1 und 2 mit den

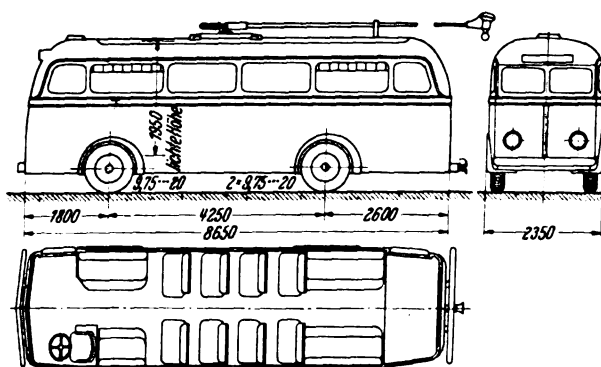


Abb. 1. Einheits-Obus für 45 Personen.

Hauptabmessungen dargestellt, sind als Zweiachswagen vorgesehen. Für die elektrische Ausrüstung der Fahrzeuge sind im allgemeinen und für übliche Verhältnisse Hauptstrommotoren vorgesehen. Die Leistung für die kleinere Fahrzeugtype wird auf etwa 60 kW und die für größere Type auf etwa 80 kW bei 1500 bis 1600 U/min

¹⁾ ETZ 59 (1938) H. 6, S. 148.

begrenzt. Es ist hierbei die Forderung gestellt, daß die Motoren gleicher Leistungen verschiedener Herkunft untereinander austauschbar sind. Der Verbundmotor wird nur dann zu empfehlen sein, wenn besondere Geländeverhältnisse mit langen Steigungen vorliegen, bei denen die Nutzbremsung mit Rückspeisung ins Netz wirtschaftlich

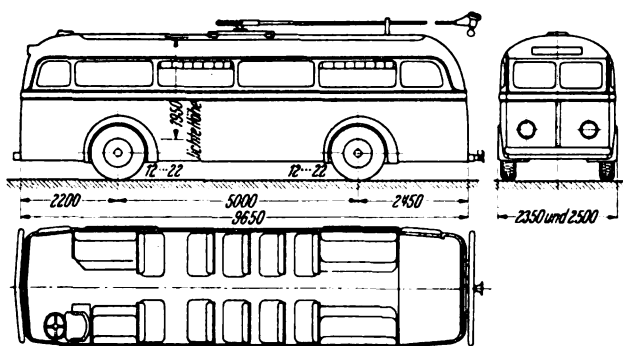


Abb. 2. Einheits-Obus für 60 Personen.

vertreten werden kann. Im allgemeinen wird für die Größe 1 der Einfachmotor und für Größe 2 der Doppelmotor auch in seiner Ausführung als Eingehäuse-Doppelkollektormotor empfohlen. Eine Austauschbarkeit der Steuersätze der verschiedenen Fabrikate untereinander wird angestrebt. Für eine in Mitteldeutschland in Bestellung gegebene Anlage ist erstmalig der zweipolige Einstangenstromabnehmer in Aussicht genommen. Alle übrigen in Deutschland ausgeführten Anlagen sind mit Zweistangenstromabnehmern ausgerüstet.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die deutschen Obusbetriebe in verkehrlicher wie auch in wirtschaftlicher Hinsicht durchaus befriedigen, und daß bei der zu erwartenden Umstellung älterer und unwirtschaftlicher Verkehrsanlagen der Obus in zunehmendem Maße eingesetzt werden kann.

2. Elektrofahrzeuge.

Die konstruktive Entwicklung der Elektro-Lastfahrzeuge ist hauptsächlich in der technischen Ver-

vollkommenung der einzelnen Bauteile vorangeschritten. Bemerkenswert ist die Neukonstruktion eines Sechsradfahrgestelles für 3,5 und 5 t Nutzlast mit Viermotorenantrieb²⁾, bei welcher die Motoren längs zur Fahrtrichtung in Schwingen gelagert sind. Hier handelt es sich um einen achslosen Antrieb in Verbindung mit einem Rohrrahmen. Aber auch das normale Automobilfahrgestell mit Einmotorenantrieb über Kardanwelle, bei dem der Fahrschalter und die sonstigen Geräte unter der Vorderhaube untergebracht sind, hat sich durchgesetzt.

Die bisher verwendeten Gleichstrom-Hauptstrommotoren in geschlossener und gelüfteter Ausführung, auch als Doppelkollektormotoren, sind beibehalten worden. Dagegen ist auf dem Gebiet der Schaltung neben den bereits bestehenden Formen der Hand- und Fußschaltung für Reihen-Parallelschaltung der Batteriegruppen und Motorfelder (verlustfreie Regelung!) eine neuartige selbsttätig wirkende Schaltung herausgebracht worden³⁾. Die zur Normung vorgeschlagenen Batterietröge⁴⁾ werden jetzt fast allgemein bei allen Bauklassen verwendet, und zwar zu vier Trögen mit zusammen 80 Zellen oder zwei Trögen mit 40 Zellen; bei Kleinfahrzeugen bis zu 1 t Nutzlast wird auch der Trog mit 40 Zellen bis zu 200 Ah verwendet.

Elektrokarren als Flurfördermittel mit Zweier- oder Vierradlenkung für Geschwindigkeiten bis zu 15 km/h haben jetzt eine fünfundzwanzigjährige Entwicklung hinter sich. Sie sind daher konstruktiv weitgehend ausgereift; die Neuerungen erstreben die Vervollkommenung der Leichtbauweise und der Betriebssicherheit an. Durch die Entwicklung einer besonderen gekapselten elektrischen Ausrüstung, die den Leitsätzen VDE 0165/1935 entspricht, hat der Elektrokarren auch Eingang in Betriebe mit explosionsgefährdeten Betriebsstätten und Lagerräumen gefunden. — Die Bestrebungen zu einer Typenverringierung haben zur Normung der Fahrzeuge für 1, 2 und 3 t Nutzlast geführt. Des weiteren sind die wichtigsten Teile und Anschlußmaße ebenfalls genormt worden; es sind auch Untersuchungen eingeleitet, um für diese Fahrzeuge genormte Batterietröge zu schaffen, die in den Elektrokarren der verschiedenen Herstellerfirmen austauschbar sind.

²⁾ ETZ 59 (1938) H. 12, S. 317, Abb. 2.

³⁾ ETZ 59 (1938) H. 12, S. 317.

⁴⁾ ETZ 59 (1938) H. 15, S. 405.

Die Elektrizität in der Industrie.

621. 3 : 66/69

Die erhöhte Beschäftigung der deutschen Industrie¹⁾ zur Erfüllung der durch den Vierjahresplan gestellten Aufgaben beeinflusste auch weiterhin die Entwicklung sowie den verstärkten Einsatz elektrischer Antriebe und Geräte. In allen Industriezweigen macht die Einführung der Elektroarbeitsmaschine weiter große Fortschritte.

Die Aufgabe der Nahrungsmittelindustrie, mitzuarbeiten, die Ernährung des deutschen Volkes sicherzustellen, wurde durch Gemeinschaftsarbeit von Chemikern, Maschinen- und Elektroingenieuren erfolgreich weitergeführt. Die Elektroindustrie wurde im Rahmen dieser Arbeiten durch Errichtung von Neuanlagen und Umstellung von veralteten Anlagen vor wichtige Aufgaben gestellt. Der früher verbreitete Gruppenantrieb wurde in vielen Zweigen der Nahrungsmittelindustrie durch den Einzelantrieb ersetzt und besondere Steuerungen für die umfangreichen Einzelantriebe nach neuen Gesichtspunkten entwickelt und ausgeführt.

¹⁾ ETZ 58 (1937) S. 1274.

In den Zuckerfabriken wurden im Zusammenhang mit wärmewirtschaftlichen Verbesserungen die veralteten kleinen, dezentralisierten Dampfmaschinen weitgehend durch zentrale Kraftherzeugung in hochwertigen Turbinen in den verschiedenen Ausführungen und Bauformen ersetzt. Die Dampfmaschinen-Gruppenantriebe mit den zum Teil sehr unwirtschaftlichen Transmissionen wurden durch elektrische Einzelantriebe ersetzt. So wurden in den Zuckerhäusern z. T. vollständig selbsttätig arbeitende elektrische Einzelantriebe für Hochleistungsschleudern eingebaut. Die im Rahmen des Vierjahresplanes erstellten zahlreichen Schnitzeltrocknungsanlagen wurden ebenfalls mit elektrischem Einzelantrieb ausgerüstet. Für Trockentrommel und Aufgabeschnecke, die im allgemeinen in der Drehzahl geregelt werden müssen, wurden vorzugsweise Drehstrom-Kommutatormotoren verwendet.

Im Getreidespeicherbau und in der Ölindustrie wurde gemeinsam mit der Maschinenindustrie gleichfalls die Antriebstechnik den neuesten An-

forderungen des Betriebes angepaßt. Da es sich hier vorwiegend um langsamlaufende Arbeitsmaschinen handelt, wurde die Kraftübertragung mit Riemen durch Getriebemotoren ersetzt, die über elastische Kupplungen mit den Arbeitsmaschinen verbunden werden. Bei diesen Anlagen sowie bei sämtlichen Betrieben, die einen ununterbrochenen Arbeitsprozeß fordern und bei denen Störungen auch nur an einer einzigen Maschine große Verluste von Produktionsgütern hervorrufen, ist besonders die Steuerung mit Leuchtwarten zu erwähnen. Diese haben in den letzten Jahren bis zu den größten Abmessungen in immer stärkerem Maße Eingang gefunden. Die vollständige Schaltapparatur, wie Motorschutz, Relais, Sicherungen und andere Geräte werden in einfacher und übersichtlicher Form in den Feldern der Leuchtwarten untergebracht.

In Brauereien hat die Umstellung von Gleich- auf Drehstrom immer größere Fortschritte gemacht. Für eine Reihe von Antrieben konnte hier der polumschaltbare Motor erfolgreich eingesetzt werden, da in diesen Betrieben eine größere Zahl von Arbeitsmaschinen die Einstellung von zwei und mehr festen Drehzahlstufen fordert.

In den Kleinbetrieben, wie Molkereien und Fleischereien kann die Einführung des Einzelantriebs nahezu als abgeschlossen bezeichnet werden. Auch in der Landwirtschaft dient der Elektromotor immer mehr zum Antrieb der verschiedenen Arbeitsmaschinen.

Die Betriebsüberwachung durch Leuchtwarten konnte gleichfalls erfolgreich für industrielle Wasserwerke angewendet werden. Die Warte ist mit sämtlichen zur Betätigung und Überwachung der Pumpen, Schieber und Ventile u. a. erforderlichen Geräten ausgerüstet. Der jeweilige Betriebszustand sowie die Wasserverhältnisse der gesamten Anlage sind aus den aufleuchtenden Sinnbildern der Warte zu erkennen. Störungen werden durch Blinklicht oder durch eine besondere Farbe im Sinnbild gekennzeichnet. Wassermengen, Motorbelastungen und andere Werte können gleichfalls durch Zeiger- und registrierende Meßinstrumente erfaßt werden.

Von der deutschen Maschinenindustrie wurden umfangreiche Neuerrichtungen und Erweiterungen der Werke vorgenommen. Die Elektroindustrie übernahm in vielen Fällen die Aufgabe der einheitlichen Planung und Durchführung der Stromversorgung und Verteilung. Bemerkenswert sind vor allem zahlreiche Hochspannungsschaltanlagen mit öllosen und ölfreien Schaltern, Trafostationen und Niederspannungsschaltanlagen in offener und gekapselter Ausführung zur Sicherung der gesteigerten Stromversorgung der Werkstätten.

Elektrische Prüffeldeinrichtungen wurden in der Maschinenindustrie insbesondere in der Automobil- und Flugzeugindustrie weitgehend angewendet. Im Zusammenhang mit der Weiterentwicklung der Verbrennungsmotoren wurden Leistung und Drehzahl der Prüffeldmaschinen, insbesondere der Pendelmaschine, gesteigert. Gleichstrom-Pendelmaschinen von über 200 kW bei 5500 U/min wurden ausgeführt. Auch größere Einheiten von Drehstrom-Asynchron-Bremsgeneratoren wurden für Prüfstände genommen.

Bei der Werkzeugmaschinenindustrie hat sich der Einzelantrieb vor allem auch durch die Entwicklung von Sonderantrieben zur besten Anpassung an den Arbeitsgang auf der ganzen Linie durchgesetzt. Elektrische Ausrüstungen wurden auch dort erfolgreich angewendet, wo dem Maschinenbau durch die mechanische Ausführung der Konstruktionselemente Grenzen gesetzt waren (Umsteuerungen und feinstufige Regelung). Bei einer Reihe von Sonderantrieben (Hobelmaschinen, Fräs- und Bohrwerke, Schleifmaschinen) hat sich der elektrische Regelantrieb mit Leonardsatz mit großem Erfolg eingeführt und bewährt. Für Arbeitsmaschinen, die hohe Umschalthäufigkeit erfordern, wurden Sondermotoren entwickelt, die Schaltzahlen bis zu 7000 in der Stunde für

Dauerbetrieb zulassen. Besonders interessant ist der elektrische Antrieb mit Fühlersteuerung für eine selbsttätig arbeitende Kopierfräsmaschine zum Bearbeiten von Preßwerkzeugen für spanlose Formung²⁾. Für erhöhte Unfall-sicherheit der Gefolgschaft und vergrößerte Ausnutzungsmöglichkeit der Werkzeugmaschinen wurden besondere Schaltungen neu entwickelt. Für die Installation und die Beleuchtung wurden Verbesserungen vorgenommen, um dem Arbeiter die Bedienung der Maschine zu erleichtern und ihm gutes Licht am Arbeitsplatz zu schaffen.

Die weitgehende Einführung der Kunstfaser bewirkte auch in der Textilindustrie zahlreiche Umstellungen sowie Neueinrichtungen. Gerade auf diesem Arbeitsgebiet wird in stets steigendem Umfang von der besonders einfachen Regelmöglichkeit elektrischer Antriebe Gebrauch gemacht. Auch hier wurde weiterhin der Drehstrom-Kommutatormotor für zahlreiche Arbeits- und Veredelungsmaschinen zur Erhöhung der Produktion und Verfeinerung der Erzeugnisse erfolgreich eingesetzt. Um die Anlaufzeit herabzusetzen und um bei auftretenden Fehlern in der Stoffbearbeitung Ausschuß zu vermeiden, wurde die für den Asynchronmotor bereits seit langem bekannte Gleichstrombremsung auch für Drehstrom-Kommutatormotoren entwickelt. In dem steten Bestreben, die Unfallgefahr bei umlaufenden Teilen der Arbeitsmaschine herabzumindern, wurde eine Notumkehrschaltung eingeführt. Im Falle der Gefahr kann durch Betätigung eines Druckknopfschalters die sofortige Umkehr der Drehrichtung der Antriebe bewirkt werden. In der Kunstseidenindustrie ist besonders die weite Verbreitung des Spinntopfmotors hervorzuheben.

Der weitere Ausbau der chemischen Industrie für Anlagen zur Erzeugung von Leichtmetall, Buna sowie synthetischen Brennstoffen erforderte auch weiterhin die Bereitstellung umfangreicher elektrotechnischer Antriebe und Geräte. Hier stehen vor allem die langsamlaufenden Kompressorantriebe³⁾ als Kurzschlußläufer- und Synchronmotoren bis zu den größten bisher gebauten Einheiten im Vordergrund. Unter den Turbo-Kompressorantrieben ist besonders der Bau von Kurzschlußläufermotoren mit 3000 U/min und Einzelleistungen bis nahezu 4000 kW bemerkenswert.

Der Einsatz der Großstromrichter, die sich bereits in der chemischen Industrie bewährt haben, konnte weiter auf andere Industriezweige ausgedehnt werden. Außer bei den bereits im Vorjahr erwähnten Fördermaschinenantrieben kamen Großstromrichter auch in Walzwerksanlagen zum Einsatz. Besonders bemerkenswert ist die Inbetriebnahme einer in Europa erstmalig erstellten Walzwerksanlage zur Erzeugung von breiten Blechbändern, bei der die Stromversorgung und Regelung der Antriebe der Fertigstrecke durch gittergesteuerte Stromrichter erfolgt.

In allen Industriezweigen wird durch hochwertiges elektrotechnisches Rüstzeug die Leistungsfähigkeit gesteigert, um den der deutschen Industrie gestellten Aufgaben in vollem Umfang gerecht zu werden. Das ständige Streben nach Vervollkommen der Arbeitsverfahren erfordert die stete Nutzbarmachung der neuesten Ergebnisse der physikalischen und technischen Forschung für die Praxis. Der Einsatz bester Arbeitsmaschinen und technischer Hilfsmittel ermöglicht es, den Arbeiter von den primitiven Arbeiten frei zu machen, um ihm hochwertige Aufgaben zuzuweisen. Das Ziel ist heute mehr denn je, aus einer Arbeitsstunde ein Höchstmaß der Leistung und damit der Erzeugung der Industriegüter zu erhalten. Keine Arbeitsmaschine, und sei es auch nur das kleinste Elektrowerkzeug, soll den Arbeiter überflüssig machen. Die Bestrebungen bei der Elektrifizierung von Industriebetrieben haben nur das eine Ziel, die besten Fähigkeiten des Arbeiters zur Auswirkung und voll zum Einsatz kommen zu lassen.

²⁾ ETZ 59 (1938) H. 16, S. 417, Abb. 1

³⁾ ETZ 58 (1937) S. 1282 u. 1317.

Elektrowärme.

Die Verwertung elektrischer Energie in Form von Wärme hat im Jahre 1937 weitere Fortschritte gemacht. Allein in Widerstandsöfen sind über 150 000 kW im Berichtsjahr installiert worden. Der Bau von Haushaltsgeräten ist bedeutend gesteigert worden. Die technische Entwicklung wurde durch die Notwendigkeit von Werkstoffumstellungen entscheidend beeinflusst. Die Nickelknappheit zwang zu äußerster Sparsamkeit in der Verwendung hochnickelhaltiger Widerstandslegierungen. Die nickelarmen und nickelfreien Legierungen sind in ihrer Temperaturbeständigkeit wesentlich verbessert worden, so daß sie heute bereits weitgehend verwendet werden¹⁾. Die Sparbestrebungen für Kupfer haben im Bau von Heißwasserspeichern nach mühsamer Versuchsarbeit zu befriedigenden Lösungen mit Wassergefäßen aus Porzellan oder Glas geführt. Das Bestreben, Eisen an allen Gehäuseteilen zu sparen, hat eine sehr gefällige Elektroherdform entstehen lassen, bei der die üblichen weißemailierten Gehäusebleche durch Feinsteingutplatten ersetzt sind²⁾. Zur elektrischen Raumheizung sind an verschiedenen Stellen erfolgreiche Ansätze gemacht worden³⁾; die Wirtschaftlichkeit ist hier jedoch nach wie vor eine Strompreisfrage und nur in Sonderfällen überzeugend.

In der Entwicklung der industriellen Elektrowärme zeichnen sich zwei bevorzugte Gebiete ab, die ebenfalls mit den Erfordernissen der Werkstoffumstellungen zusammenhängen. Das eine ist das Gebiet der Leichtmetalle und ihrer Wärmebehandlung, das andere die Frage des Blankglühens.

In der Aluminiumschmelze beginnt der Induktionsöfen den Herdofen abzulösen⁴⁾. Die anfänglichen Schwierigkeiten können als überwunden gelten. Die Verschlammung der Schmelzrinne mit Tonerde nimmt man in Kauf und reinigt die Rinne in regelmäßigen Abständen oder tauscht sie gegen eine vorbereitete Ersatzrinne aus. Auch der Tiegelofen zum Einschmelzen oder Warmhalten von Leichtmetallen hat weitere Anwendung gefunden, insbesondere auch für Elektron⁵⁾, da hier mit Eisenriegeln gearbeitet werden kann.

Wärmebehandlungsöfen für Leichtmetalle werden heute, da ihre Arbeitstemperaturen unter 600 °C bleiben, durchweg mit künstlicher Luftbewegung ausgeführt⁶⁾. Da sehr häufig Fließbetrieb verlangt wird, sind neue Ver-

bindungen von Luftbewegung und Fördereinrichtung entstanden. So hat z. B. nicht nur Raummangel, sondern auch wärmetechnische Überlegung zum Bau von Vertikalöfen mit Paternosterförderwerk und Erwärmung durch Gegenluftstrom geführt⁷⁾. Andere Ausführungen von Bolzenanwärmeöfen benutzen Bandförderung mit Heißluftbewegung im Gegenstrom oder Drehherd mit radialer Luftbewegung. Ganz allgemein ist eine sorgfältige Ausnutzung der wärmetechnischen Möglichkeiten zu beobachten. Wärmerückgewinnung wird durch verschiedene Konstruktionen erreicht, bei denen ein- und auslaufendes Gut in Gegenbewegung aneinander vorbeigeführt werden, so daß nur die Zone an der Umkehrung des Förderweges beheizt wird. Hierzu gehören Doppeldrehrohröfen mit entgegengesetzt fördernder Schnecke im Innen- und im Außenrohr⁸⁾ oder Doppelschüttelrutschen⁹⁾.

Blankglühanlagen sind schon seit Jahren gebaut worden. Die Verbindung des Fließofens mit der immer häufiger werdenden Forderung des Blankglühens hat aber ganz neue konstruktive Aufgaben gestellt¹⁰⁾. Die Abdichtung des Ofens gegen Falschlufte kann nur durch verwickelt gebaute Schleusen bewirkt werden, wenn man nicht einen unverhältnismäßig großen Gasverbrauch für eine ständige Durchspülung in Kauf nehmen will. Die Ansprüche an die Güte der Blankglühung und die Zusammensetzung des Schutzgases sind außerordentlich gewachsen¹¹⁾.

Auf die vielen Sonderkonstruktionen kann bei einem kurzen Bericht nicht eingegangen werden. Erwähnung verdient aber eine grundsätzlich neue Bauart eines Trommelschmelzofens, der mit einem zwischen wassergekühlten Anschlüssen eingespannten Graphitstab als Heizkörper arbeitet. Die Temperatur kann praktisch beliebig gesteigert werden und ist nur durch die Haltbarkeit des Ofenfutters begrenzt. Der Graphitstab hält 5 bis 10 Schmelzen aus und wird dann erneuert. Die Stabkosten fallen kaum ins Gewicht und sind geringer als bei einem Lichtbogenofen.

Für die Entwicklung der Elektrowärmetechnik ist die stärkere Heranziehung der wissenschaftlichen Forschung bedeutungsvoll. Das Institut für Elektrowärmetechnik in Hannover ist mit dem Institut für technische Physik der dortigen T. H. unter Leitung von Herrn Prof. Dr. Hase verbunden worden. Außerdem ist im Rahmen der „Vereinigten Institute für Wärmetechnik“ in Essen ein neues Elektrowärmeinstitut ins Leben gerufen worden¹²⁾. Während das Institut in Hannover im wesentlichen die physikalische Grundlagenforschung betreiben wird, soll das Institut in Essen unter Leitung von Herrn Dr.-Ing. W. Fischer in der Hauptsache technische Forschungsaufgaben, insbesondere aus der industriellen Elektrowärme, bearbeiten.

1) W. Hessenbruch, Die mechanischen Eigenschaften hitzebeständiger Chrom-Aluminium-Eisen-Legierungen im Vergleich mit Chromnickel. Elektrowärme 7 (1937) S. 7. — E. Schoene, Änderung des elektrischen Widerstandes bei Eisen-Chrom-Aluminium-Heizleitern für Temperaturen bis 1300 °C. Elektrowärme 7 (1937) S. 220. — R. Rumler, Erfahrungen mit Heizleitern aus Eisen-Chrom-Aluminium-Legierungen bei hohen Temperaturen. Elektrowärme 7 (1937) S. 69. — W. Fischer, Erfahrungen mit nickelfreien Heizleitern im Ofenbau. Elektrowärme 7 (1937) S. 255. — H. Petersen, Aus der Entwicklung und Erforschung hitzebeständiger Heizleiterwerkstoffe für Elektrowärme. VDE-Fachberichte 9 (1937) S. 116.

2) L. Nawo, Stoffersparnis und Stoffaustausch bei Elektrowärme-geräten. ETZ 59 (1938) H. 10, S. 255.

3) Elektrizitätswirtsch. 36 (1937) H. 23. Elektrowärme 7 (1937) H. 8.

4) F. Eßmann, Niederfrequenz-Induktions-Schmelzöfen für Leichtmetalle. Metallwirtsch. 17 (1938) H. 9.

5) H. Schunck, Elektrowärme bei der Erzeugung und Verarbeitung von Magnesiumlegierungen. Elektrowärme 8 (1938) S. 42.

6) H. Dicks, Über neuartige elektrisch beheizte Umluftvergütofen für Leichtmetallbleche. Elektrowärme 7 (1937) S. 117. — O. Gengenbach, Anwendungsmöglichkeiten und weitere Untersuchungen an Schachtöfen mit Luftumwälzung. Elektrowärme 7 (1937) S. 243.

7) O. Gengenbach, Der Paternosterofen mit Luftumwälzung zum Anwärmen von Leichtmetall-Preßteilen. Elektrowärme 8 (1938) S. 64.

8) G. Jabbusch, Energiesparende Trommelglühöfen. Elektrowärme 8 (1938) S. 4.

9) G. Simon, Eine neue Fließofenart mit Wärmerückgewinnung zum Blankglühen. Elektrowärme 7 (1937) S. 259.

10) U. Schwedler, Blankglühen im Elektroofen. Techn. Zbl. prakt. Metallbearb. 47 (1937) H. 13/14.

11) Elektrowärme 7 (1937) S. 111 u. 113.

Lichttechnik.

Leuchttechnik.

a) Lichterzeugung.

Auf dem Gebiete der Glühlampentechnik sind seit dem letzten Bericht¹⁾ keine wesentlichen Fortschritte zu verzeichnen. Die Möglichkeiten der höheren Lichtausbeute, die sich durch Leuchtsystemzusammendrängung in gasgefüllten Glühlampen ergeben, wurden einer eingehenden Betrachtung unterzogen²⁾. Durch Anwendung von Quecksilberdampf als Füllgas bei gleichzeitiger Verwendung eines Edelgases als „Schutzgas“ soll eine weitere bedeutende Steigerung des leuchttechnischen Wirkungsgrades erreicht werden³⁾. — Es ist eine altbekannte Tatsache, daß vor allem die Einhaltung der Nennspannung für die Wirtschaftlichkeit der Lichterzeugung von Bedeutung ist. Hierüber sind neue Berechnungen angestellt worden⁴⁾.

Um Bogenlampen mit Gleichstrom nicht nur mit ohmschen Vorschaltwiderständen, sondern auch mit den wirtschaftlicheren Drosseln brennen lassen zu können, wird vorgeschlagen, Drosseln zwischen Wechselstromanschluß und Gleichrichter zu schalten⁵⁾.

Bei den Gasentladungslampen ist insofern ein weiterer Fortschritt erzielt worden, als es gelungen ist, durch Verwendung von Quarzinnenkolben bei Hg-Lampen den Dampfdruck und damit die Lichtausbeute zu erhöhen bei gleichzeitiger Verringerung der Abmessungen⁶⁾. Im Verlauf einer Untersuchung über den Einfluß der Brennlage auf den ausgesandten Lichtstrom hat sich die soeben genannte Hg-Lampe als besonders günstig erwiesen, während andere Typen Lichtstromänderungen um Beträge von rd. 20 % aufwiesen⁷⁾. — Im übrigen geht die Entwicklung bei den Gasentladungslampen mehr in die Breite, wobei aber auch die Möglichkeiten weiterer Verbesserungen gezeigt werden⁸⁾,⁹⁾ bis 12). Demgegenüber aber häufen sich die Versuche der Anwendung von Luminophoren, die bekanntlich die Möglichkeit bieten, kurzwellige (unsichtbare) in langwellige (sichtbare) Strahlung umzuwandeln; die Lichtfarbe und zeitliche Gleichmäßigkeit¹³⁾ wurden dadurch weiter verbessert und die Lichtausbeute erhöht¹⁴⁾¹⁵⁾. — Auf den leuchttechnischen Grenzgebieten, so z. B. in der Lichttherapie¹⁶⁾¹⁷⁾, ferner zur Prüfung der Beschaffenheit von Stoffen, Papieren, Farben usw. wird das in der Quecksilberdampf Lampe vorhandene Ultraviolett (UV) angewendet¹⁸⁾.

b) Geleuchte.

Auf dem Gebiet der Geleuchtbaustoffe sind in letzter Zeit wiederum Fortschritte zu verzeichnen, so

535. 2 + . 7 + 621. 32 + 628. 9 sind lichttechnische Sondergläser (UV-durchlässige und -undurchlässige, Fluoreszenzgläser, metalledampffeste, solche mit besonders hohem Erweichungspunkt, Tageslichtgläser und neodymhaltige Gläser) entwickelt worden¹⁹⁾ bis 22). Ferner wurde versucht, die Kennzeichnung für lichttechnische Baustoffe²³⁾, besonders auch für Profilgläser zur Fensterverglasung²⁴⁾, zu erweitern. — Die Schaffung des neuen Rhodiumspiegels hat diesem Baustoff eine neue Bedeutung eröffnet²⁵⁾²⁶⁾. Aber auch der Glassilberspiegel wird in neuer Abwandlung in der Straßen-²⁷⁾, Schaufenster- und Innenraumbeleuchtung²⁸⁾, bei Geleuchten für Filmateliers²⁹⁾ und bei einer neuartigen Anordnung für Anleuchtung³⁰⁾ verwendet.

Beleuchtungstechnik.

Die auch während des letzten Jahres mit Erfolg abgelaufene Aktion „Gutes Licht — gute Arbeit“ führte anlässlich der 25. Jahrestagung der DLTG³¹⁾ bis 34) zur Gründung des Hauptausschusses „Gutes Licht“ im Amt Schönheit der Arbeit der DAF³⁵⁾. Dieser Hauptausschuß hat u. a. die Aufgabe, im Einvernehmen mit der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung, in Deutschland möglichst viele neutrale lichttechnische Beratungsstellen zu errichten³⁶⁾ bis 39). In diesem Zusammenhang sei auch auf die Zusammenstellung der interessanten und zum erstenmal in dieser Form gewonnenen Ergebnisse lichttechnischer Erhebungen in deutschen Betrieben hingewiesen⁴⁰⁾. Außerdem wurde auf der Jahrestagung der DLTG ein Studienausschuß für öffentliche und Verkehrsbeleuchtung gegründet⁴¹⁾, der der Wissenschaft, Technik und Wirtschaft die Aufgabe stellt, alle Bestrebungen auf dem Gebiet der öffentlichen Beleuchtung richtunggebend zu beeinflussen.

In immer stärkerem Grade dringt die Erkenntnis von der Bedeutung des guten Lichtes am Arbeitsplatz sowohl in Deutschland als auch im Ausland durch⁴²⁾ bis 47), besonders wurden lichttechnische Gesichtspunkte für die Beleuchtung von Setzereien und Druckereien⁴⁸⁾, für die Beleuchtung im Bergbau, mit besonderer Berücksichtigung der elektrischen Installation⁴⁹⁾ und für die Sonderbeleuchtung zur Begutachtung von

¹⁹⁾ R. Schmidt, Glastechn. Ber. 15 (1937) S. 89.

²⁰⁾ ETZ 58 (1937) S. 1145.

²¹⁾ W. Ströble, Die Wirkung von Lichtfiltern insbes. von neodymhaltigen Gläsern auf das Farbsehen, (Mitt. a. d. opt. Inst. d. T. H. Berlin).

²²⁾ Anschluß (1937) H. 3.

²³⁾ J. Helwig, Licht 7 (1937) S. 99.

²⁴⁾ W. Arndt, Glastechn. Ber. 15 (1937) S. 428.

²⁵⁾ Druckschrift der Heraeus G. m. b. H. Hanau.

²⁶⁾ M. Anwärter, Kintech. 19 (1937) S. 203.

²⁷⁾ M. Delaporte, Lux 10 (1937) S. 25.

²⁸⁾ Kandem, Hausmitt. (1937) H. 6.

²⁹⁾ H. Groher, Licht u. Lampe 26 (1937) S. 534.

³⁰⁾ A. Reiche, Licht u. Lampe 27 (1938) S. 35.

³¹⁾ W. Köhler, Licht 7 (1937) S. 197.

³²⁾ K. Finckh, Licht 7 (1937) S. 200.

³³⁾ Licht u. Lampe 26 (1937) S. 485.

³⁴⁾ ETZ 58 (1937) S. 1288.

³⁵⁾ H. Steinwarz, Licht 7 (1937) S. 169.

³⁶⁾ W. Kircher u. E. Riemann, Die lichttechn. Beratungsstelle

Herausgeber A. F. E. 1937.

³⁷⁾ L. Donderski u. B. Knoll, Licht 8 (1938) S. 45.

³⁸⁾ L. Donderski, Licht 8 (1938) S. 48.

³⁹⁾ ETZ 58 (1937) S. 1037.

⁴⁰⁾ R. G. Weigel u. O. H. Knoll, Licht 7 (1937) S. 170.

⁴¹⁾ R. G. Weigel, Licht 8 (1938) S. 23.

⁴²⁾ Trans. Illum. Engng. Soc. 32 (1937) S. 247.

⁴³⁾ H. Dates, Trans. Illum. Engng. Soc. 32 (1937) S. 1019 u. 33

(1938) S. 17.

⁴⁴⁾ Stevens u. Anderson, Trans. Illum. Engng. Soc. III (1938) S. 3.

⁴⁵⁾ ETZ 58 (1937) S. 1037.

⁴⁶⁾ ETZ 58 (1937) S. 1288.

⁴⁷⁾ M. Hecht, Licht 7 (1937) S. 104.

⁴⁸⁾ Licht u. Lampe 26 (1937) S. 201.

⁴⁹⁾ E. Schulze, ETZ 58 (1937) S. 567.

¹⁾ O. H. Knoll u. P. Schlüssler, ETZ 58 (1937) S. 854.
²⁾ K. Moers, Licht 8 (1938) S. 17.
³⁾ B. Duschnitz, Licht u. Lampe 27 (1938) S. 7.
⁴⁾ G. Merrill, Trans. Illum. Engng. Soc. 32 (1937) S. 1077.
⁵⁾ H. Tümmel, Kintech. 19 (1937) S. 230.
⁶⁾ K. Larché u. M. Reger, ETZ 58 (1937) S. 761.
⁷⁾ J. Precht, Licht 8 (1938) S. 28.
⁸⁾ E. G. Dorgelo, Philips techn. Rdsch. 2 (1937) S. 165. Ref.: ETZ 58 (1937) S. 1297.
⁹⁾ E. G. Dorgelo u. Bouma, Philips techn. Rdsch. 2 (1937) S. 353.
¹⁰⁾ B. T. Barnes u. W. E. Forsythe, Journ. Opt. Soc. Amer. 27 (1937) S. 83.
¹¹⁾ W. Uytendhoeven, Elektrische Gasentladungslampen. Julius Springer, Berlin 1938.
¹²⁾ H. Krefft, Vortrag auf der 25. Hauptversamlg. der DLTG. Ref.: ETZ 58 (1937) S. 1289.
¹³⁾ E. Andresen, Licht 7 (1937) S. 235 u. 8 (1938) S. 42. ETZ 59 (1938) H. 5, S. 124.
¹⁴⁾ I. T. Randall, Electrician 118 (1937) S. 183. Ref.: Licht u. Lampe 26 (1937) S. 466.
¹⁵⁾ G. Claude, C. R. Hebd., Paris 203 (1936) S. 1203.
¹⁶⁾ Krefft, Larché, Rüttenauer, Licht 7 (1937) S. 251. Ref.: ETZ 59 (1938) H. 8, S. 203.
¹⁷⁾ A. van Wijk, Philips techn. Rdsch. 2 (1937) S. 18.
¹⁸⁾ A. van Wijk, Philips techn. Rdsch. 3 (1938) S. 5.

Werkstoffen⁵⁰⁾⁵¹⁾ herausgestellt. — Aber auch Einzelkomponenten des Begriffs „Beleuchtungsgüte“⁵²⁾ wurde besondere Aufmerksamkeit geschenkt, so z. B. der Farbenwiedergabe bei Verwendung verschiedener weißer Lichtquellen⁵³⁾ und ferner dem Problem der Schattigkeit und Schattenberechnung⁵⁴⁾ bis ⁵⁶⁾. — Eine gute Verkehrsbeleuchtung ist die wichtigste Voraussetzung für eine hohe Verkehrssicherheit bei Nacht⁵⁷⁾⁵⁸⁾. In neuerer Zeit muß sich die Lichttechnik immer mehr mit der Straßen-⁵⁹⁾ bis ⁶²⁾ und Autobahnbeleuchtung⁶³⁾⁶⁴⁾ beschäftigen, die heute noch sowohl mit Gasgeleuchten⁶⁵⁾⁶⁶⁾ als auch mit Glühlampen und Gasentladungslampen⁶⁷⁾ erzeugt wird. — Zur weiteren Erhöhung der Verkehrssicherheit wurden neuerdings die lichttechnischen Bestimmungen zur Reichsstraßenverkehrsordnung und Straßenverkehrszulassungsordnung erneuert und verschärft⁶⁸⁾⁶⁹⁾. — Die Frage der Blendung durch Kraftfahrzeugscheinwerfer⁷⁰⁾ und die Versuche zu deren Vermeidung durch Anwendung polarisierten Lichtes stehen nach wie vor im Vordergrund des Interesses⁷¹⁾ bis ⁷⁴⁾. — Die lichttechnischen Aufgaben im Eisenbahnbetrieb werden immer mehr erkannt⁷⁵⁾⁷⁶⁾, und die Steigerung des Flugverkehrs bei Nacht macht eine immer intensivere Befeuerung der Flughäfen und Flugstrecken notwendig⁷⁷⁾ bis ⁷⁹⁾. Auch auf dem Gebiete der Luftschutzbeleuchtung wurden neue Erfahrungen gewonnen⁸⁰⁾.

Der Aufschwung der Lichttechnik tritt auf keinem Gebiet so augenfällig in Erscheinung wie bei der Lichtarchitektur und in den Fällen, wo das Licht bei der Fei ergestaltung mitwirkt⁸¹⁾ bis ⁸⁵⁾, sei es bei Ausstellungen⁸⁶⁾ bis ⁹¹⁾, sei es bei der Erschließung von Gartenanlagen⁹²⁾ oder bei den großen nationalen Festen⁹³⁾ bis ⁹⁵⁾.

Auf den beleuchtungstechnischen Sondergebieten der Lichtbildprojektion und der Kino- und Phototechnik liegt eine ganze Reihe beachtlicher Arbeiten vor⁹⁶⁾ bis ¹⁰⁰⁾.

Eine Schrifttumübersicht über den Stand der Beleuchtungstechnik darf nicht abgeschlossen werden, ohne daß nicht auch die elektrowirtschaftliche Seite Erwähnung findet¹⁰¹⁾.

Lichtmessung.

Je stärker die Gasentladungslampen in der praktischen Lichttechnik verwendet werden, um so mehr muß die Lichtmessung sich mit ihrer photometrischen Bewertung befassen. Aus diesem Grunde haben die Probleme der heterochromen Photometrie¹⁰²⁾ bis ¹⁰⁶⁾ und die damit unmittelbar zusammenhängenden Fragen der spektralen Hellempfindlichkeit des Auges eine immer größere Bedeutung erlangt¹⁰⁷⁾. Hier von jedoch ganz abgesehen, sind gerade in letzter Zeit auch Arbeiten erschienen, die sich mit der Farbkennzeichnung¹⁰⁸⁾ und Farbmessung¹⁰⁹⁾ überhaupt befassen, und es ist besonders hervorzuheben, daß neuerdings die Dreifarbenmessung auf objektivem Wege mittels Sperrschichtzelle versucht wird¹¹⁰⁾. — In diesem Zusammenhang darf auch auf die Untersuchungen an einem Lichtechtheitsprüfer hingewiesen werden¹¹¹⁾. — Die Entwicklung der objektiven Photometrie, in der die Selsperrschichtzelle nach wie vor das Feld beherrscht, hat auch in diesem Jahre weitere Fortschritte gemacht¹¹²⁾ bis ¹¹⁷⁾. Besonders zu erwähnen ist die Möglichkeit der vollkommenen Angleichung der spektralen Empfindlichkeit der Zelle an die des Auges und die Herabdrückung der Abweichung vom Kosinusetz auf ein für die Praxis belangloses Maß¹¹⁸⁾.

Im Jahre 1937 wurde der Beschluß gefaßt, vom 1.1.1940 ab die Lichtstärkeinheit der Hefnerkerze zu verlassen und an ihre Stelle eine neue Einheit zu setzen, die durch einen schwarzen Körper bei der Erstarrungstemperatur des Platins dargestellt wird¹¹⁹⁾. Trotzdem werden Verbesserungsvorschläge für den praktischen Gebrauch der Hefnerlampe angegeben¹²⁰⁾, die wohl nach wie vor für viele Fälle ihre Bedeutung behalten wird.

Auf dem Grenzgebiet der „Licht“messung seien Arbeiten über die Messung der erythembildenden UV-Strahlung und über die Schaffung eines neuen Strahlungsnormalis angeführt¹²¹⁾¹²²⁾.

Physiologische Optik.

Auf dem Gebiet der physiologischen Optik ist eine Arbeit über die Unterschiedsempfindlichkeit des Auges¹²³⁾, die eine Grundlage der optischen Wahrnehmung bildet, und eine größere experimentelle Arbeit zu erwähnen, die die Bestimmung der relativen Latenzzeit („die Zeit, welche Gesichtserlebnisse brauchen, um zu entstehen“) behandelt¹²⁴⁾.

- ⁵⁰⁾ C. Saatmann, Licht u. Lampe 26 (1937) S. 264.
- ⁵¹⁾ W. Arndt, Licht 7 (1937) S. 217.
- ⁵²⁾ A. Holy, Licht 7 (1937) S. 65.
- ⁵³⁾ P. I. Bouma, Philips techn. Rdsch. 2 (1937) S. 1.
- ⁵⁴⁾ J. Ondracek, Licht 7 (1937) S. 97.
- ⁵⁵⁾ E. Meyer, Licht u. Lampe 26 (1937) S. 182.
- ⁵⁶⁾ H. Long, Trans. Illum. Engng. Soc. II (1937) S. 52.
- ⁵⁷⁾ H. Lossagk, Licht u. Lampe 26 (1937) S. 411.
- ⁵⁸⁾ L. Schrenk, Trans. Illum. Engng. Soc. 32 (1937) S. 1054.
- ⁵⁹⁾ Licht u. Lampe 26 (1937) S. 585.
- ⁶⁰⁾ G. Klein, Licht u. Lampe 26 (1937) S. 585.
- ⁶¹⁾ S. English, Trans. Illum. Engng. Soc. II (1937) S. 68.
- ⁶²⁾ G. B. v. d. Werfhorst, Philips techn. Rdsch. 2 (1937) S. 110ff., 142ff., 239ff.
- ⁶³⁾ H. Lorenz, Licht 7 (1937) S. 224.
- ⁶⁴⁾ Trans. Illum. Engng. Soc. 32 (1937) S. 141.
- ⁶⁵⁾ Hildebrand u. von der Trappen, Licht 8 (1938) S. 10.
- ⁶⁶⁾ Hildebrand, Licht u. Lampe 26 (1937) S. 585.
- ⁶⁷⁾ G. A. Eddy, Electr. Wld. 107 (1937) S. 1394. Ref.: ETZ 58 (1937) S. 1225.
- ⁶⁸⁾ M. Wolff, Licht u. Lampe 26 (1937) S. 582.
- ⁶⁹⁾ O. Höpcke, Licht 7 (1937) S. 244.
- ⁷⁰⁾ Ch. Saccharin, Lux 10 (1937) S. 49.
- ⁷¹⁾ R. G. Weigel u. O. H. Knoll, Licht 7 (1937) S. 187.
- ⁷²⁾ L. W. Chubb, Trans. Illum. Engng. Soc. 32 (1937) S. 505.
- ⁷³⁾ M. Haase, Glastechn. Ber. 15 (1937) S. 295.
- ⁷⁴⁾ W. Heller, Licht 7 (1937) S. 87.
- ⁷⁵⁾ E. Besser, ETZ 58 (1937) S. 452.
- ⁷⁶⁾ E. Besser, Licht 7 (1937) S. 141; 8 (1938) S. 3.
- ⁷⁷⁾ W. Wegener, ETZ 58 (1937) S. 175.
- ⁷⁸⁾ F. C. Breckenridge, Trans. Illum. Engng. Soc. 32 (1937) S. 421.
- ⁷⁹⁾ F. Nickel, ETZ 58 (1937) S. 913.
- ⁸⁰⁾ H. Bendfeldt, ETZ 58 (1937) S. 505.
- ⁸¹⁾ R. G. Weigel u. O. H. Knoll, Licht 7 (1937) S. 122.
- ⁸²⁾ W. Lotz, Licht u. Leuchten 2 (1937) S. 4.
- ⁸³⁾ H. Stephan, Licht 8 (1938) S. 26.
- ⁸⁴⁾ O. Saak, Licht 7 (1937) S. 209.
- ⁸⁵⁾ W. Kircher, Schönheit der Arbeit, II (1938) S. 391.
- ⁸⁶⁾ F. Ernst, Licht 7 (1937) S. 129.
- ⁸⁷⁾ W. Wecus, Siemens-Z. (1937) H. 8.
- ⁸⁸⁾ L. Kalff, Philips techn. Rdsch. 2 (1937) S. 361.
- ⁸⁹⁾ Light and Lighting 30 (1937) S. 350.
- ⁹⁰⁾ X. Rougement, Lux 10 (1937) S. 81.
- ⁹¹⁾ Stair and Foulks, Trans. Illum. Engng. Soc. 33 (1938) S. 53.
- ⁹²⁾ K. Ohliger, Licht 7 (1937) S. 125.
- ⁹³⁾ Ph. Schmitt, Licht 8 (1938) S. 1.
- ⁹⁴⁾ Kandem, Hausmitt. (1937) H. 5, S. 29.
- ⁹⁵⁾ W. Kircher, Licht 7 (1937) S. 131.
- ⁹⁶⁾ Naumann u. Schreyer, Kinetotechn. 20 (1938) S. 10.
- ⁹⁷⁾ W. Pape, Kinetotechn. 19 (1937) S. 121.
- ⁹⁸⁾ O. Reeb, Kinetotechn. 19 (1937) S. 67.
- ⁹⁹⁾ J. Rieck, Kinetotechn. 19 (1937) S. 200.
- ¹⁰⁰⁾ van Liempt u. P. Leydens, Rec. Trav. Chim. Pays-Bas 56 (1937) S. 26.

- ¹⁰¹⁾ B. Seeger, Licht 7 (1937) S. 221.
- ¹⁰²⁾ H. König, Licht 7 (1937) S. 261.
- ¹⁰³⁾ A. Dresler, Licht 7 (1937) S. 203.
- ¹⁰⁴⁾ J. Guild, Trans. Illum. Engng. Soc. II (1937) S. 128.
- ¹⁰⁵⁾ Mutter u. Richter, Kinetotechn. 19 (1937) S. 174.
- ¹⁰⁶⁾ R. Sewig, ETZ 58 (1937) S. 1012.
- ¹⁰⁷⁾ A. Dresler, Vortrag DLTG. Ref.: ETZ 58 (1937) S. 1012.
- ¹⁰⁸⁾ P. Bouma, Philips techn. Rdsch. 2 (1937) S. 39.
- ¹⁰⁹⁾ M. Richter, Vortrag DLTG. Ref.: ETZ 58 (1937) S. 1013.
- ¹¹⁰⁾ Winch u. Palmer, Trans. Illum. Engng. Soc. II (1937) S. 137.
- ¹¹¹⁾ J. F. Custers, Philips techn. Rdsch. 2 (1937) S. 282.
- ¹¹²⁾ Trans. Illum. Engng. Soc. 32 (1937) S. 379. Ref.: ETZ 58 (1937) S. 1223.
- ¹¹³⁾ Buchmüller u. König, ETZ 58 (1937) S. 985.
- ¹¹⁴⁾ J. Rieck, Licht 7 (1937) S. 115.
- ¹¹⁵⁾ J. Rieck, Licht 7 (1937) S. 213.
- ¹¹⁶⁾ H. König, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 28 (1937) H. 17.
- ¹¹⁷⁾ H. König, Helv. phys. Acta 8 (1937) S. 505.
- ¹¹⁸⁾ O. H. Knoll u. R. G. Weigel, Licht 8 (1938) S. 39.
- ¹¹⁹⁾ G. Ruppel, Z. VDI 81 (1937) H. 45, S. 1294.
- ¹²⁰⁾ E. Gehrcke, M. Goebert u. C. Müller, Phys. Z. 37 (1936) S. 881. Ref.: ETZ 58 (1937) S. 769.
- ¹²¹⁾ Krefitt, Rößler u. Rüttenauer, Z. techn. Phys. 18 (1937) S. 20. Ref.: ETZ 58 (1937) S. 510.
- ¹²²⁾ E. Hasche, ETZ 58 (1937) S. 425.
- ¹²³⁾ W. Arndt, Licht 7 (1937) S. 101. Ref.: ETZ 58 (1937) S. 797.
- ¹²⁴⁾ F. Klose, Dissertation der T. H. Danzig, 1937.

Elektrisches Nachrichtenwesen.

Telegraphie.

621. 394

Die Umstellung des deutschen Telegraphennetzes auf den Springschreiberdienst schreitet planmäßig voran. Auch weitere Auslandsverbindungen wurden auf diesen Dienst umgestellt, so Leitungen nach Belgien (Düsseldorf – Antwerpen, Köln – Brüssel), nach Schweden (Berlin – und Hamburg – Stockholm) und nach der Tschechoslowakei (Berlin – Brünn, Dresden –, Hamburg –, Leipzig – und München – Prag).

Zwischen Deutschland und den Niederlanden wurde die erste Zwölfach-Wechselstromtelegraphie-Verbindung auf der Strecke Berlin – Amsterdam in Dienst genommen. Sie wird entsprechend der CCIT-Empfehlung auf der Warschauer Tagung in Ruhestrom betrieben. Diese Betriebsart unterscheidet sich von dem bisher üblichen Arbeitsstrombetrieb dadurch, daß zur Zeichenbildung auf der Fernleitung Strom und Stromlosigkeit im umgekehrten Sinne verwendet werden. Sie ergibt bei entsprechender Schaltung einen größeren Regelbereich der selbsttätigen Pegelregelung, als es beim Arbeitsstrombetrieb möglich ist. In den Ortskreisen bleibt der Doppelstrombetrieb unverändert. Die veraltete Sechsfach-Wechselstromtelegraphie-Verbindung Nürnberg – Wien, die noch mit Wellen arbeitete, die von den allgemein üblichen abwichen, wurde durch eine neue Einrichtung ersetzt und wird nunmehr ebenfalls mit Ruhestrom betrieben.

In der Unterlagerungstelegraphie sind jeweils 10 Verbindungen in einer Gestelleinheit zusammengefaßt. Dies bedingt für kleine Ämter mit nur wenig Leitungen einen unnötigen technischen Aufwand. Aus wirtschaftlichen Gründen ist daher eine kleinere Einheit, bei der zwei Verbindungen gestellmäßig zusammengebaut sind, geschaffen worden. Dabei wurde gleichzeitig auf eine dem größeren Gestell gegenüber einfachere Bedienung Wert gelegt.

Der Teilnehmer-Fernschreibdienst hat sich erwartungsgemäß weiterhin günstig entwickelt und gewinnt – auch zwischenstaatlich – immer mehr an Bedeutung. Neben den erforderlich gewordenen Erweiterungen der bestehenden Einrichtungen wurde der Dienst zwischen Deutschland und Belgien über die Vermittlung in Dortmund und altes Reich – Deutsch-Österreich über die Vermittlung in Nürnberg aufgenommen. Dem deutschen Fernschreibteilnehmer ist nunmehr mit 900 Teilnehmern des In- und Auslandes die unmittelbare schriftliche Nachrichtenübermittlung ermöglicht. Im Durchgang durch das alte deutsche Reich ist die Vermittlung der Niederlande mit Deutsch-Österreich und der Schweiz neu aufgenommen worden.

Neben dem öffentlichen Fernschreibnetz sind auch in zunehmendem Maße Einrichtungen für den inneren Fernschreibverkehr von Fabriken, Geschäftshäusern u. dgl. geschaffen worden. Bei diesen wird im Gegensatz zum öffentlichen Netz vielfach die Handvermittlung vorgezogen. Zu den bisher gelieferten Vermittlungsschränken für 5 (schnurlos), 15, 30 und 60 Teilnehmer sind noch solche für 80 und 160 Teilnehmer hinzugekommen. In diese Handvermittlungsanlagen werden auch Rundschreib- bzw. Konferenzeinrichtungen eingebaut, mit Hilfe derer eine ausgewählte Anzahl von Teilnehmern in gerichtetem bzw. Gegenschreibverkehr mit der jeweiligen Zentralstelle verbunden werden kann. Da die Anforderungen hinsichtlich der Zahl der auf diese Weise zusammenschaltbaren Teilnehmer, insbesondere der Konferenzteilnehmer, immer größer wurden, mußte eine geeignete Einrichtung auch hierfür geschaffen werden. Das hat zur Entwicklung eines schnurlosen Konferenzplatzes geführt, an dem bis zu 80 Teilnehmer zusammengeschaltet werden können. Die Handvermittlungsanlagen werden durch Relais-

abschlußschienen den verschiedenen Betriebsarten angepaßt. Auch ist der Amtsverbindungsverkehr zu Wählernetzen ohne weiteres möglich.

Bei der Stromversorgung wird immer mehr dem Trockengleichrichter oder Umformer der Vorzug gegeben. Neuerdings ist ein Einheitstyp für 20 Anschlüsse geschaffen worden, der in Anlagen für 20, 40, 60 und 80 Teilnehmer benutzt werden kann. Diese Gleichrichter haben sowohl auf der Netz- wie auf der Verbraucherseite Einrichtungen für die Spannungsregelung. Dadurch wird erreicht, daß die Stromversorgung hinsichtlich Spannungskonstanz der aus Batterien gleichwertig ist. Im allgemeinen werden für die größeren Anlagen Umformer mit Einrichtungen für die jeweiligen Netzspannungen und Stromarten eingesetzt. Sie werden zum Zwecke der Stromersparnis mit sogenannten Nachtschaltungen ausgerüstet, das sind Anlaßeinrichtungen, die die Anlage erst auf einen Anruf hin einschalten.

Das Bildtelegraphennetz ist durch neue Sendestellen in Bremerhaven, Cuxhaven, Hamburg und Königsberg erweitert worden, die in Kürze durch entsprechende Empfangsgeräte ergänzt werden. In zunehmendem Maße werden an den nationalen Feiertagen und bei allen größeren Begebenheiten die tragbaren Geräte der Bildtelegraphie eingesetzt und stehen nicht nur der Presse zur schnellen Bildberichterstattung, sondern jedermann zur Übermittlung von Bildtelegrammen zur Verfügung. In der Übersee-Bildtelegraphie wurde das Zeitmodellungsverfahren vervollkommen. Mit einem neu entwickelten Impulsverfahren sind erfolgversprechende Versuche gemacht worden.

Für die Morse- und Recordertelegraphie wird seit kurzem der Lochstreifenstanzer im Inlande hergestellt. Damit sind wir auch im Telegraphenapparatebau vom Auslande unabhängig geworden.

Der Hellschreiber gewinnt für den drahtlosen Dienst der Nachrichtenbüros mehr und mehr an Bedeutung. Zur Herabsetzung der für den Sender erforderlichen Bandbreite ist man von der Zwölflinienschrift zu der Siebenlinienschrift (fünf Linien für das Zeichen und zwei Linien für den Zwischenraum) übergegangen. Für diese Schrift wird ein Frequenzband von ± 200 Hz für die Lochstreifensendung (fünf Zeichen/s) benötigt. Nunmehr kann der Hellschreiber in gleicher Weise wie die Morsetelegraphie auf A 1-Wellen eingesetzt werden. Neben dem Vorzug der geringeren Bandbreite besitzt die Siebenlinienschrift gegenüber der Zwölflinienschrift noch den Vorteil besserer Lesbarkeit, so daß sie nunmehr auch weitgehenden Ansprüchen gerecht wird. Auf Kurzwellen sind Versuche mit dem neuen Hellschreiberapparat erfolgreich durchgeführt worden.

Fernsprechwesen.

621. 395

Die Arbeiten auf dem Gebiet der Übertragungstechnik standen auch im letzten Jahre vorwiegend im Zeichen der Mehrfachausnutzung der Fernkabelleitungen mit Hilfe von Trägerströmen. Neben den bestehenden Zwei- und Vierbandsystemen wurde die Entwicklung zweier neuer Systeme, des Zwölf- oder Fünfzehnbandsystems (für unbespulte Fernkabelleitungen) und des Vielbandsystems für etwa 200 Gespräche¹⁾²⁾ [für Breitbandkabel³⁾⁴⁾] abgeschlossen. Nach dem letzten Verfahren wurde das Breitbandkabel Berlin – Leipzig mit einer Einrichtung für zunächst 30 Gespräche ausgerüstet,

¹⁾ H. F. Mayer u. D. Thierbach, VDE-Fachber. 8 (1936) S. 167.

²⁾ K. Höpfner und H. F. Mayer, Europ. Fernsprechnetz (1937) H. 46, S. 101.

³⁾ H. F. Mayer und E. Fischer, ETZ 56 (1935) S. 1245.

⁴⁾ E. Fischer, Europ. Fernsprechnetz (1937) H. 45, S. 15.

die am 2. 3. 1938 in den öffentlichen Dienst gestellt wurde. Für die endgültige Ausrüstung der Breitbandkabel ergibt sich folgende Ausnutzung des Breitbandkerns: 90 bis 690 kHz Vielbandfernsprechen, 1000 bis 4000 kHz Fernsprech und Fernschrundfunk.

Das Breitbandkabel Berlin-Leipzig wurde bis München verlängert und erhielt eine Abzweigung nach Nürnberg, so daß bereits für den Reichsparteitag 1937 ein Fernsprechdienst zwischen Nürnberg einerseits sowie Berlin und Leipzig andererseits eingerichtet werden konnte. Ein Breitbandkabel Berlin-Hamburg ist im Bau, die Auslegung weiterer Breitbandkabel von Berlin nach Frankfurt (Main) und Köln ist in Vorbereitung. Damit wird das Gerippe eines Breitbandkabelnetzes geschaffen, das sich dem vorhandenen Fernkabelnetz überlagert.

Der Selbstwählferndienst wurde weiter ausgedehnt. So wurden z. B. in den Gebieten um Eisleben und Sangerhausen Einrichtungen in den Dienst gestellt, die es den Fernsprechteilnehmern ermöglichen, ihre Fernverbindungen in einem Umkreis bis zu etwa 100 km selbst herzustellen. Weiterhin wurde eine größere Anzahl handbedienter Ortsämter auf den Wähldienst umgestellt. Diese Maßnahme kommt fast ausschließlich den Fernsprechteilnehmern auf dem Lande zugute. Einrichtungen für die selbsttätige Zeitanzeige⁵⁾ bestanden Ende 1937 in 15 Ortsnetzen. Eine Einrichtung für die selbsttätige Übermittlung von Wettervorhersagen⁶⁾ wurde in München in Betrieb genommen. Ein Versuch mit Gemeinschaftsanschlüssen⁷⁾ im Ortsnetz Magdeburg hat so günstige Ergebnisse geliefert, daß beabsichtigt ist, den Versuch auf andere größere Ortsnetze auszudehnen.

Es wurde ein neuer Fernsprechapparat⁸⁾ entwickelt, der gegenüber dem bisherigen wesentliche Verbesserungen elektroakustischer und konstruktiver Art aufweist. Auf die weitgehende Verwendung heimischer Werkstoffe wurde Bedacht genommen.

In das bereits erwähnte Gebiet der Mehrfachausnutzung von Leitungen mit Hilfe von Trägerströmen fällt auch der hochfrequente Drahtfunk⁹⁾ 10), bei dem die Anschlußleitung des Teilnehmers gleichzeitig niederfrequent für den Fernsprechdienst und hochfrequent für die Übermittlung von drei Rundfunkdarbietungen benutzt wird. An die Anschlußleitung können noch weitere (bis zu 25) Drahtfunkeinstecknehmer angeschlossen werden, die keinen Fernsprechanschluß haben. Bis Ende März 1938 wurden als Versuchsanlagen neunzehn Drahtfunknetzgruppen eingerichtet. Die Vorbereitungen für die Schaffung eines Großdeutschland umfassenden Drahtfunknetzes sind im Gange. Der hochfrequente Drahtfunk hat gegenüber dem drahtlosen Empfang den Vorzug der völligen Störungsfreiheit und ermöglicht bei hochwertigen Empfangsgeräten eine bessere Empfangsgüte.

Funkwesen.

621. 396

Wenngleich im Funkwesen im Jahre 1937 nicht von der Eröffnung neuer großer Senderbauten gesprochen werden kann, so sind doch die technischen Einrichtungen der Funksende- und -empfangsanlagen durch den Ausbau der Antennen- und Stromversorgungsanlagen weitgehend verbessert und die einzelnen Funkdienste erheblich erweitert worden.

Ein Abkommen mit der All America Cables Inc., New York, vom Sommer 1937, sieht die Einrichtung einer neuen unmittelbaren Funkverbindung zwischen Deutschland und Peru vor.

⁵⁾ W. Pietsch, Jb. elektr. Fernmeldewes. (1937) S. 126.

⁶⁾ W. Pietsch, ebenda S. 132.

⁷⁾ W. Pietsch, ebenda S. 121.

⁸⁾ H. Jacoby u. H. Panzerbieter, Elektr. Nachr.-Techn. (1936) H. 3, S. 75.

⁹⁾ F. Gladenbeck u. W. Waldow, Jb. elektr. Fernmeldewes. (1937) S. 342.

¹⁰⁾ F. Budischin u. E. Deklotz, Telegr., Fernspr.- u. Funktechn. (1937) H. 10/11, S. 226.

Im Seefunk wurden drei deutsche Walfangflotten mit insgesamt rd. 30 Fahrzeugen mit neuen deutschen Funkeinrichtungen ausgerüstet. Für die Verwendung auf deutschen Schiffen wurde ein vereinfachtes Funkpeilgerät geprüft und zugelassen. Dieses Gerät soll zur Feststellung der Fahrtrichtung bei Zielfahrten dienen und ist hauptsächlich für kleinere Schiffe bestimmt.

Der Rundfunk hat weiter an Ausdehnung zugenommen; er zählt bereits 9½ Mill Teilnehmer im Reich. Die Ermäßigung der Röhrenpreise und die damit verbundene allgemeine Preissenkung für Rundfunkgeräte hat sich dabei recht vorteilhaft ausgewirkt. In Verbindung mit der alljährlichen Großen Deutschen Funkausstellung in Berlin ist in diesem Jahre der Gedanke neu aufgegriffen worden, das technische Verständnis im Volke durch eine lebendige Lehrschau über die Grundlagen des Funkwesens heranzubilden oder zu vertiefen. Diesem Bestreben diene auf der Ausstellung 1937 eine gut gelungene Darstellung aus der „Welt der Schwingungen“, im laufenden Jahre sollen „die physikalischen Grundlagen der Funktechnik“ in einer Sonderschau der DRP. erläutert und „der Weg der Rundfunksendung“ gemeinsam mit der Reichsrundfunkgesellschaft und der Funkindustrie gemeinverständlich vorgeführt werden. Die Rundfunkübertragungstechnik konnte einen besonderen Beweis ihrer Leistungsfähigkeit beim Besuch des italienischen Regierungschefs Mussolini im Herbst 1937 erbringen. Die aus diesem Anlaß vorgesehenen öffentlichen Veranstaltungen wurden für das gesamte Reichsgebiet und vielfach auch ins Ausland — besonders nach Italien — durch Rundfunk übertragen.

Auf der Internationalen Ausstellung in Paris wurde im Deutschen Hause auch das Fernsehen mit 375 Zeilenbildern vorgeführt. Diese Sonderschau hat der Deutschen Reichspost einen Grand Prix der Ausstellung eingetragen. Auf der Funkausstellung in Berlin wurde das neue genormte Verfahren mit 441 Zeilenbildern vorgeführt und fand bei den Besuchern infolge der fast flimmerfreien Bildschärfe größte Zustimmung. Auch das Fernsprechen über Leitungen des öffentlichen Dienstes hat an Bedeutung und Ausdehnung zugenommen. Zum Reichsparteitag 1937 wurde eine Fernsprechverbindung zwischen Nürnberg und Berlin eröffnet, auf der auch die Geschehnisse des Reichsparteitags auf den Berliner Fernschrundfunk übertragen wurden. Zwei neue Fernschrundsender — auf dem Brocken und auf dem Feldberg im Taunus — sehen ihrer baldigen Vollendung entgegen.

Beeinflussung von Fernmeldeanlagen durch Starkstromleitungen.

621. 315. 013. 7

1. Allgemeines. Einen zusammenfassenden Bericht über das gesamte Gebiet der Beeinflussung hat Albanese¹⁾ gegeben. Gould²⁾ hat die durch Kurzschlüsse von Gleichstrombahnen in Fernmeldeleitungen induzierte Spannung in Gebieten mit verschiedener Leitfähigkeit gemessen. Buchholz³⁾ hat für die Gegeninduktivität von Leitungen mit Erdrückleitung für die Auswertung besser geeignete Formeln angegeben und die Störfähigkeit und -anfälligkeit konzentrischer Leitungen mit Längsschlitten im Schirmleiter berechnet.

2. Wirkungen der Grundschwingung. Die Einwirkung der Fahr- und Schienenströme von Wechselstrombahnen auf die Sicherungsanlagen hat Buckel⁴⁾ untersucht. Eine Arbeit von Blair⁵⁾ behandelt Maßnahmen zum Schutz von Fernsprechleitungen gegen die Induktionswirkung benachbarter Hochspannungsleitungen (mit geradem Sternpunkt) im Falle eines Phasenerdschlusses.

3. Wirkungen der Oberschwingungen. Der Bekämpfung von Oberschwingungen in den Hochspannungsnetzen wird jetzt auch von der Starkstromtechnik größere

¹⁾ Rassegna Poste, Telegr. Telef. 9 (1937) H. 9, S. 710.

²⁾ Electr. Engrg. 56 (1937) H. 9, S. 1159.

³⁾ Electr. Nachr.-Techn. 14 (1937) H. 5, S. 180 u. H. 12, S. 408.

⁴⁾ Z. ges. Eisenb.-Sich. 32 (1937) S. 69, 96.

⁵⁾ Post Off. electr. Engrs. J. 30 (1937) H. 2, S. 121.

Bedeutung beigemessen (z. B. Scharstein⁶). Die Frage der Rückwirkung von Stromrichtern auf das speisende Netz wird immer noch in vielen Arbeiten behandelt, wobei gelegentlich auch Angaben über den Fernsprechkformfaktor gemacht werden (Schulze⁷), auch für die Gleichstromseite. Geise und Heinrich⁸) behandeln die Glättung der Gleichspannungskurve.

Die eingehende Untersuchung des Umrichters der Reichsbahn in Basel, der ein ganzes Heft der „Elektr. Bahnen“ gewidmet ist⁹), hat sich auch auf die Oberwellen im gespeisten Netz — sie mußten durch einen Wellenklärer gesenkt werden — und im speisenden Netz erstreckt. Jungmichl und Schiele¹⁰) haben die Spannungsüberwellen beim Steuerumrichter und ihre Glättung untersucht. Eine Arbeit von Braun¹¹) behandelt die Frage der höchstzulässigen Geräusche im Fernverkehr.

4. Tagungen. Die Beeinflussungsleitsätze des CCIF sind im Oktober auf einer Tagung in Rom neu bearbeitet worden. Auch auf der Tagung der CIGRE im Juni wurden verschiedene diesbezügliche Fragen erörtert¹²).

⁶) ETZ 58 (1937) S. 729.

⁷) ETZ 58 (1937) S. 921 und 979.

⁸) AEG-Mitt. (1937) H. 5, S. 189.

⁹) Elektr. Bahnen 13 (1937) H. 8/9. Geise, S. 208. Apel, Eppen und Kiewe, S. 221.

¹⁰) Wias. Veröff. Siemens-Werk. 16 (1937) H. 1, S. 25.

¹¹) Telegr.-, Fernspr.- u. Funktechn. 26 (1937) H. 12, S. 284.

¹²) Jäger, Europ. Fernsprechdienst (1937) H. 47, S. 250.

Fernsehen.

Die Weiterentwicklung der deutschen Fernstechnik im vergangenen Jahre ist im wesentlichen gekennzeichnet durch die Erhöhung der Normzeilenzahl von 180 auf 441 Zeilen nach dem Zwischenzeilenverfahren und den weiteren Ausbau des deutschen Fernsteckernetzes nach Nürnberg. Diese Entwicklung bedeutet zugleich eine vollkommene Umgestaltung und Verbesserung aller Fernsehgeräte, die besonders deutlich anlässlich der letzten Großen Deutschen Funkausstellung in Erscheinung trat¹).

Die neue Bildnormung ergibt die bestmögliche Ausnutzung eines Frequenzbandes von etwa 2 MHz, dessen Übertragung über Fernseh-Fernkabel, Ultrakurzwellensender usw. nach dem heutigen Stand der Technik noch wirtschaftlich durchführbar erscheint. Sie soll daher die Grundlage bilden für die weitere Gestaltung eines deutschen Fernseh-Rundfunkdienstes.

Für die Bildsendung sind neben den mechanischen Bildzerlegern auch die rein elektrisch arbeitenden Bildfänger außerordentlich vervollkommen worden. Bild-

fänger mit Speicherwirkung und Sondenbildfänger wurden für die neue Zeilenzahl durchgebildet.

Beim Fernsehempfang wird heute fast nur noch die Braunsche Röhre verwendet. Die in den neueren Röhren erreichte Punktschärfe des Zeichenstrahls ist auch für die neue Zeilenzahl völlig ausreichend und würde auch noch eine weitere Steigerung der Zeilenzahl zulassen. In großem Umfang werden bereits Braunsche Röhren mit einem Kolbendurchmesser bis zu 50 cm verwendet, die ein sehr helles Bild von etwa 30 × 35 cm liefern.

Die Fernseh-Projektionsempfänger, die bereits gut durchgezeichnete Bilder von über 1 m² Bildfläche liefern, verwenden zur Bilderzeugung ebenfalls eine Braunsche Röhre, deren kleines, aber sehr helles Empfangsbild durch eine gewöhnliche Projektionsoptik in vergrößertem Maßstab auf einen Bildschirm oder eine Mattscheibe geworfen wird.

Die auf der Funkausstellung bereits gezeigten Fernsehleinrichtungen für 441zeilige Bilder wurden weiter erprobt und verbessert und sollen demnächst für die Durchführung eines Fernsehprogrammendienstes mit der neuen Zeilenzahl verwendet werden.

Auch der weitere Ausbau aller Übertragungseinrichtungen, vor allem der Fernsteckkabel und Ultrakurzwellensender, wurde planmäßig weitergeführt. Das Fernsteckkabel Berlin-Leipzig, das schon im März 1936 für den Fernsteckdienst zwischen diesen Städten dem Verkehr übergeben werden konnte, wurde bis nach Nürnberg verlängert und für die Fernsehübertragungen vom Reichsparteitag und den Fernsteckdienst in Betrieb genommen. Auch die weitere Verbindung nach München wurde inzwischen fertiggestellt²). Mit der Verlegung von Fernsteckkabelverbindungen nach Hamburg und Frankfurt a. M. wurde begonnen. Diese Strecken werden sogleich für die Übertragung 441zeiliger Bilder ausgerüstet. Durch zwei Abzweige verbindet das Fernsteckkabel nach Frankfurt a. M. die beiden Ultrakurzwellensender auf dem Feldberg und Brocken mit der Fernsehseendestelle in Berlin.

Neben allen diesen Arbeiten, die der Einführung eines öffentlichen Fernsehdienstes mit 441zeiligen Bildern dienen, wurden in den Laboratorien zahlreiche Untersuchungen durchgeführt, die uns zum Teil ganz neue Wege öffnen und der deutschen Fernstechnik den hohen Entwicklungsstand sichern sollen, der auch anlässlich der letztjährigen Weltausstellung in Paris durch die Verleihung höchster Auszeichnungen für die deutschen Fernsehgeräte anerkannt wurde.

¹) G. Krawinkel, ETZ 58 (1937) S. 1050.

²) ETZ 59 (1938) H. 16, S. 423.

Meßtechnik.

Straubel¹) gab einen neuartigen Strommesser für Hochfrequenz an, bei dem durch ein hochfrequentes Magnetfeld im dünnen Metallbelag eines Glasplättchens Wirbelströme entstehen. Durch die einseitige Erwärmung treten in dem Glasplättchen Wärmespannungen auf, die eine Doppelbrechung im polarisierten Licht hervorrufen. Diese ist ein Maß für die gesuchte Stromstärke. Auf dem Gebiet der Spannungsmessung sind zahlreiche Arbeiten erschienen. Rhode²) berichtete über ein Hochspannungsvoltmeter für Hochfrequenz; von Raske³) wurde ein kapazitiver Spannungsteiler zur Messung hoher Stoßspannungen untersucht; Winkelbrand⁴) beschrieb einen absolut eichbaren Hochspannungsmesser; Rogowski und Böcker⁵) gaben einen Hochspannungsmesser für relative und absolute Messung an für Spannungen bis 300 kV. Einen Beitrag zur Neueichung der VDE-Kugel-

funkenstrecke für Niederfrequenz lieferten Binder und Hörcher⁶).

Über Leistungsmesser liegen keine Arbeiten vor, dagegen über Elektrizitätszähler. Boland⁷) untersuchte die Zählung in kombinierten Kraft- und Lichtstromkreisen und beschrieb einen Zähler für die Gesamtaufnahme in Kraft- und Lichtnetzen. Nölke⁸) gab eine „selbsttätige Zählereicheinrichtung mit Betätigung durch Photozellen und Abnahme ganzzahliger Umdrehungen am „Prüfling“ an, durch die dem Eicher die Beobachtung der Zählerrscheibe abgenommen wird. — Die Rollen der Zählwerke mit springenden Zahlen hat man bisher aus Zinnspritzguß hergestellt. Paschen⁹) erreicht eine erhebliche Gewichts-erleichterung und damit Verringerung des Einstellfehlers durch Verwendung von Ziffernrollen aus gezogenem Aluminium.

¹) Z. techn. Phys. 18 (1937) S. 434.

²) Arch. techn. Messen, J 83—1 (Dezember 1937).

³) Arch. Elektrotechn. 31 (1937) S. 732.

⁴) Arch. Elektrotechn. 31 (1937) S. 672.

⁵) Arch. Elektrotechn. 32 (1938) S. 44.

⁶) ETZ 59 (1938) H. 7, S. 161.

⁷) Gen. Electr. Rev. 40 (1937) S. 87 u. 131; Bericht: Elektrotechn. Ber. 3 (1937) S. 384.

⁸) Arch. techn. Messen, Z. 733—3.

⁹) Siemens-Z. 17 (1937) S. 440.

Die Zahl der im Berichtsjahr geschaffenen Meßeinrichtungen ist recht groß: Ein Röhren-Megohmmeter von Schick¹⁰⁾ gestattet die Messung von Widerständen von 10^7 bis $10^{12} \Omega$ bei einer Meßspannung von 140 V. Toeller¹¹⁾ beschrieb eine neue Kapazitätsmeßbrücke mit dem großen Meßbereich von 10^3 bis 10^7 pF. Von Hilgendorf¹²⁾ wurde eine neue Scheinwiderstands-Meßbrücke für die Fernmeldetechnik angegeben; eine Wechselstrombrücke von Mau¹³⁾ zur Feinmessung dielektrischer Verluste diente zur Bestimmung von $\tan \delta$ bis 10^{-6} von Luftkondensatoren für Hoch- und Niederspannung, dabei werden Angaben gemacht, wie man zu einem sehr kleinen Fehlwinkel kommen kann. Nölke¹⁴⁾ beschrieb eine Meßwandlerprüfeinrichtung nach dem Differentialnullverfahren, bei dem ein Normalwandler gegen den Prüfling geschaltet ist. Ein neuer Bürdenmesser von Hohle¹⁵⁾, in einem kleinen Kasten eingebaut, dient zur Messung der für die Meßwandler bei

¹⁰⁾ Arch. techn. Messen, V 3513—4 (1937).

¹¹⁾ Helios, Lpz. 43 (1937) S. 762.

¹²⁾ ETZ 59 (1938) H. 9, S. 217.

¹³⁾ Arch. Elektrotechn. 31 (1937) S. 473.

¹⁴⁾ ETZ 59 (1938) H. 2, S. 41.

¹⁵⁾ Phys. Z. 38 (1937) S. 389.

ihrer Prüfung zulässigen Belastungswiderstände bzw. Scheinwiderstände. Geyger¹⁶⁾ hat eine Wechselstrom-Meßbrücke mit selbsttätiger Abgleichung angegeben, die es ermöglicht, die beiden Vektoren an zwei Geräten fortlaufend anzuzeigen oder mit Tinte und Feder aufzuzeichnen. Ebenfalls von Geyger¹⁷⁾ stammt ein Vektortintensreiber zur selbsttätigen Aufzeichnung von Wechselstrom-Ortskurven, mit dem es neuerdings möglich ist, z. B. Hysteresisschleifen unmittelbar auf ein Stück Papier aufzuzeichnen. Auf dem Gebiet der Oszillographen ist ein Vierfach-Elektronenstrahl-Oszillograph von Ardenne¹⁸⁾ zu erwähnen.

Die elektrische Meßtechnik greift immer mehr auf das Gebiet der Messung nichtelektrischer Größen über. Als Beispiel sei eine elektrische Meßlehre von Frobose¹⁹⁾ erwähnt, die bei der Prüfung von Präzisionsteilen der Massenfabrikation die Abweichung der mechanischen Abmessung mit 6000facher Vergrößerung am Zeiger eines elektrischen Meßgerätes angibt.

¹⁶⁾ Z. techn. Phys. 18 (1937) S. 259.

¹⁷⁾ Arch. techn. Messen, J 036—5 (1937).

¹⁸⁾ Arch. techn. Messen, J 834—19 (1937).

¹⁹⁾ AEG-Mitt. (1937) S. 405; ETZ 59 (1938) H. 13, S. 343 u. 344.

Akkumulatoren.

621. 355

Die Anforderungen, die durch den Vierjahresplan auch an die Akkumulatorenindustrie gestellt wurden, erforderten schärfste Zusammenfassung aller Kräfte. Die vollkommene Ausnutzung des Werkstoffes und der Herstellungsanlagen war nötig, um der gesteigerten Nachfrage, die sich durch den Aufschwung der Wirtschaft und den Ausbau der Landesverteidigung ergab, zu genügen. Dementsprechend sind die Licht- und Anlaßbatterien für Kraftfahrzeuge vereinheitlicht. Vom 1. 1. 1938 an werden nur noch 14 verschiedene Anlaßbatterien an Stelle der bisher mehr als 40 für neue Kraftfahrzeuge verwendeten hergestellt. Neben der Herabsetzung der Anzahl von Typen wurde auch eine Verminderung des Metallgehaltes durch bessere Werkstoffausnutzung ermöglicht. Neukonstruktionen sind bei den tragbaren Batterien im letzten Jahr nicht zu verzeichnen. Die Bestrebungen, Kunstharz an Stelle von Hartgummi, Zelluloid usw. einzuführen, haben weitere Erfolge gehabt. Messingklemmen können ersetzt werden durch solche aus verbleitem Stahl, Hartgummigegenstände, wie Stopfen und dergleichen, durch solche aus Porzellan, ohne daß die Güte des Erzeugnisses beeinträchtigt wird.

Akkumulatorelektrische Straßen- und Schienenfahrzeuge führen sich mehr und mehr ein¹⁾. Demzufolge ist der Bedarf an Fahrzeugbatterien gegenüber den Vorjahren erheblich angewachsen. Immer mehr führen sich neben den Bleibatterien alkalische Batterien für den Antrieb von Fahrzeugen, vorzugsweise Lastkarren, sowie für die Beleuchtung von Eisenbahnwagen ein. Nicht nur hier, sondern auch in anderen Verwendungsgebieten ist ein sprunghaftes Ansteigen des Anteils der alkalischen Stahlbatterien an den Gesamtlieferungen festzustellen. Vielfach ist dies bedingt durch die besonderen Anforderungen bezüglich Lebensdauer und Unempfindlichkeit gegen rauhe Behandlung, die gerade im Fahrzeugbetriebe gestellt werden. Während bei den für Fahrzeugantriebsbatterien vielfach verwendeten Röhrenzellen die Kennlinie der Ladung

und Entladung von der des Bleiakкумуляtors stark abweicht, nähert sich bei den neueren Ausführungen der Taschenzellen diese Kennlinie immer mehr derjenigen des Bleiakкумуляtors. Dadurch findet der Stahlabakkumulator in vielen Gebieten Einlaß, in denen selbsttätige Betätigungsverrichtungen bisher nur auf Grund der Lade- und Entladekennlinien des Bleiakкумуляtors möglich waren. Besonders vervollkommen wurde der alkalische Akkumulator mit Taschenplatten durch die Herabsetzung des inneren Widerstandes, wodurch eine sehr gute Spannungslage bei hoher Stromentnahme gesichert wurde. Hierdurch wurde er als Starterbatterie für Straßen- und auch Schienenfahrzeuge besonders geeignet.

Auch auf dem Gebiet der ortsfesten Batterien war eine bemerkenswerte Steigerung des Umsatzes zu verzeichnen, die weiter anhält. In den Gleichstromteilen der Elektrizitätswerke werden neben der Aufrechterhaltung der Akkumulatorenbatterien für Spitzendeckung und Notreserve durch Ersatzlieferungen auch neue Batterien zusätzlich in den Unterwerken aufgestellt. Weiterhin wird beobachtet, daß, bedingt durch die Erweiterung und den Neubau von Industriewerken, eine große Anzahl von Batterien für Fernsprech- und Signalzwecke aufgestellt werden.

Die Bestrebungen der Rohstoffersparnis haben im vergangenen Jahr viele Vorschläge gezeitigt, beispielsweise das Trägerblei der Elektroden durch andere Stoffe, auch Kunststoffe, zu ersetzen. Weitere Vorschläge gehen dahin, das Trägermetall in den Elektroden dem elektrochemischen Angriff gegenüber widerstandsfähiger zu machen. Man schlägt vor, das Antimon der Blei-Antimon-Legierung durch andere Metalle, wie Tellur, Kalzium und dergleichen, zu ersetzen. Um solche Neuerungs- und Verbesserungsvorschläge zwecks Einführung in die Fabrikation zu prüfen, ist eine eigens hierfür vorhandene zentrale Forschungsstelle, ebenso wie die Laboratorien der Akkumulatorenindustrie, mit eingehenden Versuchen beschäftigt. Die Versuche sind aber noch nicht abgeschlossen, so daß ein Urteil über die neuen Möglichkeiten noch nicht gefällt werden kann.

¹⁾ Siehe S. 530 dieses Heftes.

Elektrophysik (einschließlich Elektroakustik).

537 + 534

Das Elektronenmikroskop wurde weiter ausgebaut. Es ist erstmalig gelungen, nicht allein selbststrahlende, d. h. Elektronen abgebende Körper vergrößert abzubilden, sondern die Elektronenschattenbilder von biologischen Präparaten so weit zu vergrößern, daß die

Trennschärfe des gewöhnlichen und auch des Ultramikroskops überschritten wurde. Naturgemäß sind hier noch viele Schwierigkeiten zu überwinden, ehe eine stärkere allgemein technische Verwendung möglich wird. Dagegen haben die Erkenntnisse der Elektronenoptik das

Braunsche Kathodenstrahlrohr technisch vervollkommenet durch Schaffung von Mehrfachstrahlen, die sich gegenseitig nicht beeinflussen, und durch Anwendung der Nachbeschleunigung, wobei die hohe Ablenkempfindlichkeit erhalten bleibt und die Lichtstärke der Aufzeichnung für Photographie oder Projektion gesteigert wird. In Verbindung mit der Anwendung in Fernsehröhren wurden unsere Kenntnisse über die Eigenschaften der Leuchtstoffe wesentlich erweitert, so daß die Farbe und die zeitliche Dauer einer Elektronenspur auf dem Leuchtschirm den Bedürfnissen weitgehend angepaßt werden können.

Die Physik der Atomkerne fand weiterhin weitgehendes Interesse der Physiker. Die Zahl der experimentellen Arbeiten über Kernforschung ist sehr gestiegen. Die Versuchsmethodik wurde wesentlich verbessert. Die zu Kernuntersuchungen benutzte Neutronenstrahlung ergab Intensitäten, die einem Gemisch von 100 kg Radium mit Beryllium entsprechen würde. Atomkernumwandlungen zeigten Eigentümlichkeiten in der Anregungsfunktion, insbesondere Resonanzstufen. Das Verhalten langsamer Neutronen beim Durchgang durch Materie wurde hinsichtlich Absorbierbarkeit, Erregung von γ -Strahlen und Entstehung radioaktiver Kerne untersucht. Die theoretische Forschung versucht dem stürmischen experimentellen Fortschritt zu folgen. Es handelt sich hier um eine Bestimmung der zwischen den einzelnen Kernbausteinen, wie Proton und Neutron, wirksamen Kräfte. Durch erhebliche Steigerung des Auflösungsvermögens des Massenspektrographen gelangen Präzisionsmessungen von bei Kernzertrümmerungen auftretenden Massendefekten, die mit den bei der Kernumwandlung gemessenen Reaktionsenergien gut übereinstimmen. So konnten auch die radioaktiven Isotope von Kalium und Rubidium erfaßt werden, die beim Zerfall β -Strahlen aussenden. — Die induzierte β -Aktivität führt zu Erklärungen der Schauerbildung und der Hoffmannschen Stöße bei der Ultrastrahlung. Beobachtet werden hier meist die Sekundärwirkungen der weichen Komponente, bei denen die Vorgänge der Bremsstrahlung, der Paarbildung und der Ionisierung durch Multiplikation zur Ausbildung von Schauern führen, wie sie für die Erzeugung und Absorption von Rossischen Dreifachstößen beobachtet wurde.

Bei den Gasentladungen wurden die Vorgänge der Ionisierung in selbständigen Entladungen in Edelgasen durch die Annahme zusätzlicher Ionisierungsvorgänge, z. B. durch Stoß mit mehreren metastabilen Atomen, gedeutet. Drückt man einem Gleichstrombogen kurzzeitig Spannungsschöße auf, dann sind bis zum Mehrfachen der Bogenstromspannung Strom- und Spannungsscheitel proportional, bei höherer Spannung (mehr als 2,5fach) steigt der Scheitelwert des Stromes bei rein thermischer Ionisation mehr als proportional an, bei noch höherer Spannung (etwa mehr als 7,5fach) steigt der Strom durch Feldionisation der Elektronen weiter an, wobei deren Geschwindigkeit in die Größenordnung der thermischen Ionisation kommt. Die Untersuchungen haben für die Frage der Löschung oder Entionisierung von Bogenentladungen grundlegende Bedeutung. Bei einem im schwerefreien Felde brennenden Luftlichtbogen gelang durch Ablenkung der jetzt von Luftströmungen ungestörten Bogensäule in einem transversalen Magnetfeld die Bestimmung der Längselastizität der Bogensäule und damit eine Berechnung der Ionenkonzentration in einer ungestörten Säule. Die bei Kondensatorstoßentladungen in Gasen kennzeichnenden elektrischen Größen werden magnetisch oder mit Röhrenschaltungen gemessen und liefern Schlüsse auf den Entladungsmechanismus und den quantitativen Zusammenhang der Lichterscheinungen und ihrer Spektren.

Bei oxydischen Halbleitern ergaben sich einfache Beziehungen zwischen der Energiekonstanten und der Mengenkonstanten in der Leitwert-Temperaturgleichung. Ein derartiger Halbleiter, z. B. Magnesium-

Titan-Spinell, stellt, von innen mit einer Wolframwendel beheizt, einen regelbaren Hochohmwiderstand dar, der in Brückenschaltung zur Erzeugung konstanter Spannungen, zur Messung von Temperaturen dient und in einem Piranigasdruckmesser dessen Meßbereich um drei Zehnerpotenzen erweitert.

Die Vorgänge in der Ballistik wurden mit verbesserten Mitteln untersucht: Gasdruck, Rückstoß und Bremskräfte wurden in Größe und zeitlichem Verlauf mit einem piezoelektrischen Indikator aufgezeichnet; die Erweiterung der Funkenkinematographie nach Cranz-Schardin bis zu 10 Mill Bildern in der Sekunde und bis zu einer Zahl von 24 Bildern liefert einen anschaulichen Eindruck der mechanischen Vorgänge, die sich in einer Gesamtzeit von 10^{-4} s und weniger vollziehen.

Die Betriebskontrolle und die Betriebsregelung in chemischen und verwandten Energiebetrieben erfordert eine Fülle von physikalischen Meßgeräten, welche die Betriebsüberwachung und Betriebsführung im großen erst ermöglichen und auch wirtschaftlich gestalten. Hierbei wird, wie die Ausführungen auf dem Deutschen Physiker- und Mathematikertag zeigten, fast jedes Teilgebiet der Physik herangezogen, wobei man jedoch zwecks Fernanzeige und Fernregelung die Umsetzung in elektrische Geräte anwendet.

Die Arbeiten auf dem Gebiet des Schalles hatten vielfach zum Ziel, die Zusammenhänge zwischen dem objektiv Gemessenen und dem subjektiv Wahrgenommenen weiter zu klären, um auf diese Weise einen objektiven Geräuschmesser zu schaffen. Erwähnt seien in dieser Verbindung auch die an den Gehörorganen von Tieren durchgeführten Untersuchungen. An einer in das Gehörorgan eingeführten Sonde wird gegen die Umgebung eine Wechselspannung abgenommen, deren Frequenz mit der der auffallenden Schallwellen übereinstimmt. Die Frequenzabhängigkeit dieser Spannung zeigt ganz entsprechenden Verlauf wie die beim Menschen beobachteten Kurven gleicher Lautstärke. — Bei Orgelpfeifen hängt der Klang vom Werkstoff der Pfeife ab, weil deren Wandung mitschwingt. Oktavsieboszillogramme von Klangübergängen bei der Orgel zeigten den Einfluß der Windzuführung und den des Raumes auf den Klingeinsatz. Zur trägeitslosen Anzeige von Melodiekurven wird die Braunsche Röhre in Verbindung mit einer von dem Sprachgrundton gesteuerten Kippschwingung benutzt, so daß die Strichlänge ein Maß für die Frequenz ist. Die Verfahren zur schnellen Suchtonanalyse wurden vielfach verbessert und zur Bestimmung der Lautstärke und Klangverteilung von Lüftern angewandt. Die mit Watte dick ausgekleideten schallgedämpften Räume zeigten in Wandnähe eine zusätzliche Dämpfung. Zu der technisch interessierenden Frage der Schalldämmung von Wänden wurden Messungen an Wänden verschieden luftdurchlässigen Baustoffes durchgeführt und durch die Theorie von Plattenschwingungen ergänzt. Die Absorption von Schallschluckstoffen ist scheinbar keine universelle Konstante, sondern bei der Bestimmung nach dem Hallraumverfahren von der Raumgröße und der Anordnung abhängig. Eine theoretisch eingehende Nachprüfung der Nachhallgesetze führte zu einem neuen Meßverfahren in Hallräumen für tiefe Frequenzen. Die Absorption für diese Frequenzen soll mit Luftresonatoren vorteilhaft gelingen. — Zu der Frage des Aufwandes bei Schallübertragungen wurden eingehende Untersuchungen über die Störfähigkeit der Nichtlinearitäten verschiedener Form und Größe durchgeführt. Bei der magnetischen Schallaufzeichnung erwiesen sich Sprechköpfe möglichst hoher Anfangspermeabilität am günstigsten. — Die Maßnahmen zur Herabsetzung von Geräuschbelästigungen wurden vielfach mit zunehmendem Verständnis für die akustisch bedingten Forderungen nicht nur im Bauwesen durchgeführt, sondern auch in den verschiedensten Gebieten des Maschinenbaues.

Tätigkeitsbericht des VDE 1937/38.

Von Heinz Blendermann VDE, Berlin,

Geschäftsführer des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Die Deutsche Nation steht geschlossen in staunender Bewunderung und steter Bereitschaft zu den immer neu gestellten Aufgaben gigantischen Ausmaßes und kaum vorher gekannter Weitsicht und Großzügigkeit des großdeutschen nationalsozialistischen Reiches und seines Führers. Ein Arbeitsfeld für den schöpferischen Geist des deutschen Ingenieurs, wie es weiter und größer nie dagewesen ist. Mit Dank und Pflichtbewußtsein dem Volksganzen gegenüber geht die Ingenieurschaft an die ihr gestellten Probleme heran, und die Elektrotechniker, deren gemeinnützige Arbeit der VDE in seinen Ausschüssen niederlegt, stehen mit in vorderster Linie und sind stolz, den Vergleich mit anderen Berufsgruppen nicht scheuen zu müssen.

Die in der letzten Zeit veröffentlichten zahlenmäßigen Unterlagen¹⁾ sowie die vorstehende Übersicht über „Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit“ zwingen auch das Ausland zu anerkennender Beurteilung. Ihren Ausdruck findet diese Anerkennung beispielsweise darin, daß die Ausfuhr elektrotechnischer Erzeugnisse Deutschlands wertmäßig an erster Stelle steht²⁾. Die 39 Großen Preise sowie zahlreiche Goldmedaillen und Ehrenurkunden, mit denen die deutsche Elektrotechnik auf der Internationalen Weltausstellung 1937 in Paris ausgezeichnet wurde³⁾, sind als weitere Anerkennung des Auslandes zu werten. Elektroindustrie und Elektrizitätsversorgung, Elektrohandwerk und Elektrohandel haben somit, einheitlich ausgerichtet, ihre Aufgaben erfüllt.

Als der für die Fachgenossen aller Zweige der Elektrotechnik zuständige technisch-wissenschaftliche Fachverein

im Nationalsozialistischen Bund Deutscher Technik (NSBDT) hat der VDE seinen Beitrag zu diesen Erfolgen geleistet. Seine vornehmste Aufgabe besteht in der auf erhöhte Einsatzfähigkeit und Leistungssteigerung gerichteten wissenschaftlichen Weiterbildung und Unterweisung seiner Mitglieder. Die zweite ebenso bedeutsame Aufgabe ist die Zusammenführung der besten Fachleute zur Mitarbeit an dem Vorschriften- und Normenwerk, das für die deutsche Elektrotechnik und damit für das Gemeinwohl des Volkes von so unschätzbarem Wert ist. Zurückstellung eigennütziger Sonderinteressen und Unterordnung unter die großen übergeordneten Gesichtspunkte der Gesamtheit wird von allen Mitarbeitern verlangt, um unter Zugrundelegung technisch-wissenschaftlicher Erkenntnisse das Vorschriftenwerk zu immer weiterer Vollkommenheit zu führen.

Diese Zielsetzung fand dadurch ihre Anerkennung, daß die Behörden — wie schon seit jeher, solange die VDE-Vorschriften bestehen — nicht nur auf die Herausgabe eigener Vorschriften verzichteten, sondern die Arbeiten des VDE noch enger als bisher in die staatliche Ordnung einbauten. In der am 31. August 1937 verkündeten „Zweiten Verordnung zur Durchführung des Gesetzes zur Förderung der Energiewirtschaft (Energiewirtschaftsgesetz)“ wurde allgemein gültig festgelegt, daß die Bestimmungen des VDE als anerkannte Regeln der Elektrotechnik gelten und daß alle elektrischen Energieanlagen und Energieverbrauchsgüter hiernach einzurichten und zu erhalten sind⁴⁾. Hiermit hat die unermüdete Arbeit all der vielen ehrenamtlichen Mitarbeiter des VDE wohl eine schönere Anerkennung gefunden, als es materieller Lohn oder äußere Ehren hätten sein können.

⁴⁾ ETZ 58 (1937) S. 1010, 1021; 59 (1938) S. 27; Sonderdruck VDE 0050.

¹⁾ Rdsch. Dtsch. Techn. 18 (1938) H. 13; ETZ 59 (1938) S. 354.

²⁾ ETZ 59 (1938) S. 300.

³⁾ ETZ 59 (1938) S. 280.

Der VDE als Vorschriften- und Normenstelle.

Vierjahresplan.

Durch den „Ausschuß im VDE für den Vierjahresplan“, der Anfang vorigen Jahres eingesetzt wurde⁵⁾, ist die beabsichtigte enge Verbindung des VDE zu der Reichsstelle für Wirtschaftsausbau, anderen Behörden sowie den Hersteller- und Verbraucherkreisen und somit eine schnelle Verständigungsmöglichkeit geschaffen worden. In bestimmten Zeitabständen werden den Mitgliedern des Ausschusses Zusammenstellungen von eingegangenen Vorschlägen und Anregungen zugeleitet, zu denen der VDE unter Hinzuziehung der jeweils sachverständigen Mitglieder des Ausschusses Stellung nimmt. Auf diese Weise werden gute Vorschläge gefördert. Es wird ferner verhindert, daß Vorschläge und Anregungen an mehreren Stellen gleichzeitig bearbeitet und dadurch unnötige Parallelarbeiten verursacht werden. Eine enge Zusammenarbeit besteht mit dem von dem Ausschuß für Installationsmaterial eingesetzten besonderen Unterausschuß für Umstellfragen und den bei einigen VDE-Bezirken bestehenden Vierjahresplan-Ausschüssen.

Der Arbeitsausschuß hat in Zusammenarbeit mit den Vorsitzenden der in Frage kommenden Fachausschüsse

durch die Schaffung von „Richtlinien für die VDE-mäßige Beurteilung von Erzeugnissen im Rahmen des Vierjahresplanes“⁶⁾ einen wesentlichen Beitrag zur Mitarbeit des VDE im Rahmen des Vierjahresplanes geleistet. Diese Richtlinien haben durch die Ermöglichung eines sogenannten „probeweisen Betriebes“ eine Lücke in der Arbeitsweise des VDE geschlossen. So besteht die Möglichkeit, auch solche Geräte als VDE-mäßig anzuerkennen, die sich den Forderungen des Vierjahresplanes besonders anpassen, die aber im Augenblick noch nicht durch VDE-Vorschriften voll erfaßt werden.

Der Ausschuß beteiligte sich an der VDE-Vortragsveranstaltung anlässlich der Leipziger Frühjahrsmesse „Der VDE und der Vierjahresplan“ durch einen Vortrag des Ausschußvorsitzenden, Oberreg.-Baurat Polenz, über „Heimstoffe in der Elektroinstallationstechnik“⁷⁾.

Arbeiten von allgemeiner Bedeutung.

Der Ausschuß für Korrosionsfragen hat sich im Rahmen seines Aufgabengebietes an den Arbeiten anderer Fachausschüsse zur Aufstellung von Vorschriften

⁶⁾ ETZ 58 (1937) S. 1303; Sonderdruck VDE 0040.

⁷⁾ ETZ 59 (1938) S. 249.

⁵⁾ N. Lieber, ETZ 58 (1937) S. 1105.

und Normen beteiligt. Hier sind u. a. die Arbeiten über Isolierrohre, Klemmverbindungen usw. zu nennen. Ferner werden Dauerversuche zur Klärung des Verhaltens von Übergangswiderständen bei der Verbindung von verschiedenen Werkstoffen miteinander in verschiedenen angriffsfähigen Medien durchgeführt.

In enger Zusammenarbeit mit den Wirtschaftsgruppen hat der Ausschuß für Schaltbilder die Neubearbeitung der gesamten Normblätter für Schaltzeichen und Schaltbilder in Starkstromanlagen (DIN VDE 707, 709 bis 717 und 719) im Entwurf fertiggestellt und veröffentlicht⁸⁾. Für die Bearbeitung der Schaltzeichen und Schaltbilder für Starkstromanlagen wurde von vornherein eine möglichst breite Grundlage gewählt, um diesen Normblättern nach ihrer Fertigstellung bzw. Neubearbeitung auch eine möglichst weite Anwendung und Verbreitung im allgemeinen Interesse zu sichern. Ein Aufsatz in Zusammenhang mit der entsprechenden Veröffentlichung über die Neubearbeitung der Schaltbilder brachte Näheres über die allgemeinen Gesichtspunkte und Richtlinien, die bei der Bearbeitung einheitlich vorherrschend waren⁹⁾.

Die Erfahrungen bei der Bearbeitung der Schaltzeichen und Schaltbilder in Starkstromanlagen haben dazu geführt, bei der jetzt in Angriff genommenen Neubearbeitung der Bildzeichen für Fernmeldeanlagen (DIN VDE 700) nach den gleichen Gesichtspunkten zu verfahren.

Der Ausschuß für Klemmenbezeichnungen hat die Einsprüche und Anregungen, die auf den Entwurf der neuen „Regeln für Klemmenbezeichnungen“¹⁰⁾ eingegangen sind, inzwischen ordnungsgemäß behandelt und wird die Schlußfassung der Regeln nunmehr veröffentlichen. Gleichzeitig damit wurde eine Änderung des Normblattes DIN VDE 705 notwendig, die der Ausschuß für Schaltbilder demnächst bekanntgeben wird.

Im Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen (AEF) wurde im Berichtsjahr wiederum eine größere Anzahl von Aufgaben bearbeitet und zum Teil fertiggestellt. Einen Überblick über die Arbeiten gab die Herbsttagung des AEF im Oktober 1937 im VDE-Haus. Als Normblätter sind die folgenden Aufgaben erschienen: „Formen elektrischer Entladungen in Luft und anderen Gasen und Dämpfen (Gasentladungen)“ und „Wärmeübertragung“ (DIN 1326 bzw. 1341). Die Aufgaben „Dichte und Wichte, Begriffe“, „Benennungen in der Schwingungslehre“, „Winkleinheiten und Winkelteilungen“ und „Formelgrößen und Einheiten der Wärmelehre und Wärmetechnik“ werden demnächst als Normblätter erscheinen (DIN 1306, 1311, 1315, 1345). Die Aufgaben „Wechselstromgrößen“ und „Begriffe und Bezeichnungen für Gleich- und Wechselspannungssysteme“ wurden weiter bearbeitet.

Errichtung und Betrieb elektrischer Anlagen.

Die Vorbereitungen für die Neubearbeitung der Errichtungsvorschriften für Anlagen unter 1000 V wurden weitergeführt. An den bestehenden Vorschriften erfolgten einige geringfügige Änderungen¹¹⁾. In einem besonderen Arbeitsausschuß wurde die Frage der Verwendung von elektrischen Geräten in Kesselanlagen u. dgl. auf Grund einer Anregung des Reichswirtschaftsministeriums geprüft; das Ergebnis ist als Entwurf veröffentlicht¹²⁾. Die Vorschriften für Anlagen über 1000 V sind u. a. im Hinblick auf die Mindestabstände blanker Leitungen den neuen „Regeln für Wechselstrom-Hochspannungsgeräte“ angepaßt worden¹³⁾.

Der Ausschuß für Betriebsvorschriften hat die Vorschriften für Spannungssucher (VDE 0425) einer Änderung unterzogen, die bereits in Kraft getreten ist¹⁴⁾. Ferner wurde gemeinsam mit dem Verband der deutschen gewerblichen Berufsgenossenschaften eine Neufassung

der „Anleitung zur ersten Hilfe bei Unfällen“ herausgegeben¹⁵⁾.

Der Ausschuß für Theateranlagen bearbeitete Grundsätze zur Durchführung der Polizeiverordnung betreffend elektrische Anlagen in Theatern, Lichtspielhäusern, Waren- und Kaufhäusern. Die Arbeiten sind soweit gefördert worden, daß in nächster Zeit ein Entwurf veröffentlicht werden kann.

Der Ausschuß für Bergwerksanlagen verabschiedete endgültig die „Vorschriften für die Errichtung elektrischer Anlagen in Bergwerken unter Tage“, nachdem im letzten Halbjahr 1937 noch einige Änderungen notwendig geworden waren¹⁶⁾. Die entsprechenden Abschnitte der Errichtungsvorschriften für Starkstromanlagen unter und über 1000 V sowie für Fernmeldeanlagen wurden außer Kraft gesetzt. Durch den Unterausschuß Schlagwetterschutz wurden in Zusammenarbeit mit dem Ausschuß für Explosionsschutz die Vorschriften für den Bau schlagwettergeschützter Geräte neu bearbeitet; ein Entwurf dieser neuen Vorschriften wird demnächst veröffentlicht. In einem weiteren Arbeitsausschuß wird die Frage der Isolation elektrischer Maschinen für untertägige und besonders für schlagwettergefährdete Betriebe geprüft.

Der Anfang vorigen Jahres neu eingesetzte Ausschuß für Explosionsschutz hat durch den Arbeitsausschuß „Baubestimmungen für explosionsgeschützte Geräte“ die Arbeiten an den neuen Vorschriften für den Bau explosionsgeschützter Maschinen, Transformatoren und Geräte soweit zum Abschluß gebracht, daß ein Entwurf in Kürze veröffentlicht werden kann.

In enger Zusammenarbeit mit dem Reichskuratorium für Technik in der Landwirtschaft, den landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften sowie zahlreichen interessierten Stellen der deutschen Elektrotechnik hat der ebenfalls im Jahre 1937 eingesetzte Ausschuß für elektrische Anlagen in der Landwirtschaft Entwürfe zu Vorschriften für die Errichtung elektrischer Anlagen in landwirtschaftlichen Betrieben und ländlichen Anwesen sowie Betriebsvorschriften für derartige Anlagen ausgearbeitet¹⁷⁾.

Der Ausschuß für Bahnwesen hat einige Änderungen an den Vorschriften für elektrische Bahnen (VDE 0115) vorgenommen¹⁸⁾ sowie Vorarbeiten für eine Neubearbeitung dieser Vorschriften eingeleitet. Auf dem Gebiet der gleislosen Elektrofahrzeuge wurden zwei Normblattentwürfe über Batterieträge für Elektrolastwagen fertiggestellt¹⁹⁾.

Die Vorschriften und Normen für elektrische Anlagen auf Schiffen wurden gemeinschaftlich mit den hierfür zuständigen Körperschaften behandelt. An den Beratungen des Handelsschiff-Normen-Ausschusses/Elektrotechnik (HNA/E) hat der VDE regen Anteil genommen. Dem seit Jahren bestehenden Wunsch des VDE, die „Vorschriften für die Errichtung und den Betrieb elektrischer Anlagen auf Handelsschiffen“ den VDE-Vorschriften noch mehr als bisher anzupassen, wurde entsprochen und eine Neubearbeitung der Vorschriften (DIN HNA BVE 1) fertiggestellt. Die neuen „Richtlinien für die Peil- und Funkentstörung von Handelsschiffen“ wurden verabschiedet und als Norm (DIN HNA BVE 2) herausgegeben. Außerdem sind dem VDE zahlreiche HNA/E-Normblätter zur Mitprüfung vorgelegt worden. An den Beratungen des Kriegsmarine-Normen-Ausschusses (KMN/E) ist der VDE ständig beteiligt.

Der Ausschuß für Freileitungen hat wegen der im Rahmen des Vierjahresplanes notwendig werdenden Einsparungsmaßnahmen einige Änderungen an den Vorschriften für den Bau von Starkstromfreileitungen sowie Umstellvorschriften hierzu herausgegeben²⁰⁾. — Ferner

⁸⁾ ETZ 59 (1938) S. 135 u. 454.

⁹⁾ N. Lieber, ETZ 59 (1938) S. 111.

¹⁰⁾ ETZ 58 (1937) S. 779.

¹¹⁾ ETZ 58 (1937) S. 1405; 59 (1938) S. 27.

¹²⁾ ETZ 58 (1937) S. 1329.

¹³⁾ ETZ 58 (1937) S. 1045.

¹⁴⁾ ETZ 58 (1937) S. 1045.

¹⁵⁾ ETZ 58 (1937) S. 1021.

¹⁶⁾ ETZ 58 (1937) S. 1353.

¹⁷⁾ ETZ 59 (1938) S. 454.

¹⁸⁾ ETZ 58 (1937) S. 1045.

¹⁹⁾ ETZ 59 (1938) S. 405.

²⁰⁾ ETZ 58 (1937) S. 995.

sind vorbereitende Arbeiten für die Ermittlung eines allgemein gültigen Berechnungsverfahrens für Mastgründungen aufgenommen worden. Im Zusammenhang hiermit wurden zahlreiche Umbruchversuche an Masten durchgeführt.

Der Ausschuß für Erdung hat die Neubearbeitung der „Leitsätze für Schutzerdungen in Hochspannungsanlagen“ in Angriff genommen. Diese Leitsätze sollen bei der Neubearbeitung nicht wie bisher nur auf Hochspannungsschutzerdungen beschränkt werden, sondern es soll in diesen Leitsätzen auch die Frage der Betriebs- und der Blitzschutz-erdung in Hochspannungsanlagen und das Zusammenwirken von verschiedenen Erdungen der genannten Art erfaßt werden.

Die Arbeiten des Ausschusses für Blitzableiterbau (ABB) zur Neubearbeitung des Buches „Blitzschutz“ wurden durch Herausgabe der 4. Auflage zum Abschluß gebracht. Die Neubearbeitung erstreckt sich erstmalig seit 1901 auch auf die „Leitsätze über den Schutz der Gebäude gegen den Blitz“, die in dem genannten Buch enthalten sind. Den Erfordernissen des Vierjahresplanes wurde durch Zulassung von Aluminium als Leiterwerkstoff u. dgl. Rechnung getragen.

Fernmelde- und Hochfrequenztechnik.

Im Berichtsjahr wurden die „Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von netzstromführenden Fernmeldegeräten“ (VDE 0804) einer vollständigen Neubearbeitung unterzogen; der neue Entwurf wird in Kürze veröffentlicht.

Ferner ist die Überarbeitung der Vorschriften für galvanische Elemente, Taschenlampenbatterien und Anodenbatterien (VDE 0807, 0808, 0865) begonnen worden. Es ist in Aussicht genommen, die drei genannten Vorschriften zur Vereinheitlichung in eine Vorschrift zusammenzufassen, gleichzeitig werden bei der Neubearbeitung die Erfordernisse des Vierjahresplans berücksichtigt. Aus diesem Gesichtspunkt heraus wurden bereits die Normblätter DIN VDE 1205 und 1206 überarbeitet bzw. als Umstellnorm herausgebracht²¹⁾.

Für Akkumulatoren bestehen bisher keine zusammenhängenden VDE-Vorschriften, es ist deshalb geplant, eine neue Bestimmung aufzustellen, die alle über Akkumulatoren bestehenden Vorschriften zusammenfaßt und gegebenenfalls ergänzt. Ferner werden besondere Leistungs- und Prüfbestimmungen für Akkumulatoren aufgestellt.

Der Ausschuß für Hochfrequenztechnik hat an den ab 1. 2. 1937 gültigen Vorschriften für Antennenanlagen einige geringfügige Änderungen vorgenommen²²⁾. Zahlreiche Einzelteile für Rundfunkgeräte wurden in Normblättern festgelegt, wobei insbesondere die Röhrensockel mit Seitenkontakten erstmalig in die Normung einbegriffen wurden²³⁾.

Geräte und Anlagenteile für Verteilungsanlagen unter 1000 V.

Der Ausschuß für Installationsmaterial hat im Zuge der Neubearbeitung von VDE 0610 eine Reihe von neuen Bestimmungen ausgearbeitet und die Entwürfe zu den Vorschriften für Schalter²⁴⁾, für Steckvorrichtungen²⁵⁾ und für Installationsrohre²⁶⁾ fertiggestellt. Der Entwurf der Vorschriften für Lampenfassungen und Lampensockel ist soweit abgeschlossen, daß er demnächst veröffentlicht werden kann. Eine besondere Arbeitsgruppe befaßt sich mit der Aufstellung von Vorschriften für Verlegungsmaterial, wie Dosen und Hauptleistungsabzweigen. Ferner wurden zahlreiche Normblätter aufgestellt bzw. dem neuen Stande angepaßt; besonders zu erwähnen

sind die Normblätter für Installationsrohre²⁷⁾ und Steckvorrichtungen²⁸⁾.

Weiterhin wurde ein Sonderausschuß gebildet, der sich mit den Fragen zu befassen hat, die im Interesse der Durchführung des Vierjahresplanes vordringlich zu behandeln sind. Dieser Sonderausschuß konnte in enger Anlehnung an den „Ausschuß im VDE für den Vierjahresplan“ zu verschiedenen Neuerungen und Vorschlägen Stellung nehmen, die dem Ausschuß von Behörden und anderen Stellen zur Begutachtung zugestellt waren. Die Umstellvorschriften für Installationsmaterial wurden in bezug auf Schutzleiteranschlüsse erweitert²⁹⁾. Eine besonders wichtige Arbeit, die dieser Sonderausschuß geleistet hat, ist die Bearbeitung der Klemmenfrage zum Anschluß von Aluminiumleitungen. Ein diesbezüglicher Entwurf konnte veröffentlicht werden³⁰⁾.

Das Gebiet der Schmelzsicherungen mit geschlossenem Schmelzeinsatz wurde bisher vom Ausschuß für Installationsmaterial bearbeitet und die hierfür in Frage kommenden Bestimmungen waren in VDE 0610 enthalten. Neuerdings ist für die Bearbeitung des Sicherungswesens (Leitungsschutzsicherungen, Leitungsschutzschalter) ein besonderer Ausschuß eingesetzt worden. Dieser hat einen Entwurf zu neuen „Vorschriften für Leitungsschutzsicherungen 500 V bis 200 A“³¹⁾ aufgestellt. Weiter ist eine Neubearbeitung der Leitsätze für Leitungsschutzschalter in Angriff genommen worden. Bei dieser Gelegenheit werden auch die Leitungsschutzschalter für 20 und 25 A mitbehandelt werden³²⁾.

Der Ausschuß für Schalt- und Steuergeräte stellte durch seinen Unterausschuß „Schutzschalter“ einen Entwurf zu „Anforderungen an Trennschutzschalter (TS-Schalter)“ für internationale Beratungen auf.

Der Ausschuß für Drähte und Kabel befaßte sich hauptsächlich im Hinblick auf den Vierjahresplan mit solchen Fragen, die durch die Verwendung neuer Werkstoffe auftauchen. Ein Verfahren für die „Prüfung von Leitungen und Kabeln für feste Verlegung, deren Isolierungen oder Mäntel aus thermoplastischen Kunststoffen bestehen“, wurde bekanntgegeben³³⁾. Die VDE-Prüfstelle wird künftig bei der Begutachtung von isolierten Leitungen und Kabeln mit thermoplastischen Kunststoffen diese Prüfanweisung zugrunde legen. — An den Umstellvorschriften VDE 0250 U wurde eine Änderung in Aussicht genommen³⁴⁾.

Verbrauchsgeräte.

Die im Vorjahre in Angriff genommenen Arbeiten zur Aufstellung einer Neufassung der Vorschriften für elektrische Beleuchtungskörper und Leuchten für trockene Räume führten durch Veröffentlichung des Entwurfes zum vorläufigen Abschluß³⁵⁾.

Die Anfang vorigen Jahres als Entwurf veröffentlichten Vorschriften für Elektrowärmegeräte wurden nach Bearbeitung der Einsprüche verabschiedet³⁶⁾.

Die seit mehreren Jahren unverändert gültigen Vorschriften für Geräte mit Kleinstmotoren und für Elektrowerkzeuge sind von den zuständigen Ausschüssen gemeinsam neu bearbeitet worden. Es ist in Aussicht genommen, eine sowohl die Geräte mit Kleinstmotoren als auch die Elektrowerkzeuge umfassende Bestimmung herauszugeben, da die grundlegenden Gesichtspunkte für beide Gerätegattungen die gleichen sind. Die Arbeiten sind jedoch noch nicht soweit abgeschlossen, daß der Entwurf zu den neuen Bestimmungen bereits veröffentlicht werden konnte. — Die beiden Ausschüsse haben ferner die Herausgabe eines Merkblattes in Aussicht genommen, in dem die allgemeinen an motorischen Antrieb

21) ETZ 58 (1937) S. 1173.

22) ETZ 58 (1937) S. 756, 1045 und 1405.

23) ETZ 58 (1937) S. 1095.

24) ETZ 58 (1937) S. 1201.

25) ETZ 58 (1937) S. 1251 u. 1275.

26) ETZ 58 (1937) S. 1381.

27) ETZ 59 (1938) S. 75 u. 349.

28) ETZ 58 (1937) S. 828 u. 941.

29) ETZ 58 (1937) S. 1045.

30) ETZ 59 (1938) S. 156.

31) ETZ 59 (1938) S. 28.

32) ETZ 59 (1938) S. 349.

33) ETZ 59 (1938) S. 155.

34) ETZ 59 (1938) S. 155.

35) ETZ 58 (1937) S. 1149.

36) ETZ 58 (1937) S. 801.

zu stellenden Anforderungen umrissen werden. — Eine besondere Arbeitsgruppe befaßt sich mit der Festlegung der an elektrisches Spielzeug zu stellenden Anforderungen.

Der Ausschuß für Elektromedizin hat eine neue Fassung der „Vorschriften für elektromedizinische Hochfrequenzgeräte zur Diathermie, Hochfrequenzchirurgie und Kurzwellentherapie“ fertiggestellt³⁷⁾. — Es ist in Aussicht genommen, alle für elektromedizinische Geräte bestehenden Bestimmungen zusammenzufassen und auf andere elektromedizinische Geräte auszudehnen, insbesondere auf medizinische Untersuchungs- und Bestrahlungslampen.

Maschinen, Transformatoren, Stromrichter, Meßgeräte.

Die im Laufe der letzten Jahre beschlossenen Änderungen an den Regeln für Maschinen und für Transformatoren wurden nach Veröffentlichung als Entwurf fertiggestellt und in Kraft gesetzt³⁸⁾.

Im Hinblick auf internationale Normungsarbeiten wurde ein neues Normblatt DIN VDE 2942 „Elektrische Maschinen: Wellenenden, Riemenscheiben, Befestigungsflansche; Zuordnung zu den Leistungen“ im Entwurf aufgestellt³⁹⁾, das die bisherigen Normblätter DIN VDE 2100, 2700, 2910 und 2941 ersetzen soll.

Der vom Ausschuß für Transformatoren eingesetzte Arbeitsausschuß „Regeltransformatoren“ brachte die Vorarbeiten zur Aufstellung von „Regeln für Transformatoren mit Stufenregeleinrichtung (Regeltransformatoren)“ soweit zum Abschluß, daß mit einer baldigen Veröffentlichung des Entwurfs gerechnet werden kann. Die Erweiterung des Anhangs von VDE 0532 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Drehtransformatoren“ auf Gleit- und Schubtransformatoren wurde in Angriff genommen.

In dem Arbeitsausschuß „Schweißtransformatoren“ wurde ein Entwurf zu „Regeln für Wechselstrom-Lichtbogen-Schweißtransformatoren“ aufgestellt, der in Kürze veröffentlicht werden wird.

Der Ausschuß für Klein- und Kleinspannungstransformatoren behandelte den für internationale Beratungen von der Schweiz eingereichten Entwurf zu „Anforderungen an Transformatoren für Kleinspannung und Kleinleistung“.

Der Ausschuß für elektrische Bahnausrüstung stellte die neuen „Regeln für elektrische Maschinen und Transformatoren auf Bahn- und anderen Fahrzeugen“ fertig, die am 1. April 1938 in Kraft getreten sind⁴⁰⁾. Bei diesen neuen Regeln sind die entsprechenden IEC-Regeln herangezogen worden. Sie enthalten u. a. erstmalig Festlegungen über Bremsprüfungen an Straßenbahnmotoren für Widerstandsbremsung⁴¹⁾.

Außerdem befaßte sich der Ausschuß für elektrische Bahnausrüstung gemeinsam mit den Ausschüssen für Maschinen und für Transformatoren mit der Frage der hochhitzebeständigen Isolierstoffe und mit der Möglichkeit, für diese später gegebenenfalls höhere Grenzerwärmungen als bisher in den Regeln vorzusehen⁴²⁾. Die Beratungen ergaben jedoch, daß vorerst noch Untersuchungen bei den Elektrofirmer und Abnehmerkreisen erforderlich sind.

Der Ausschuß für Stromrichter behandelte im wesentlichen Vorbereitungsarbeiten für die kommenden IEC-Sitzungen.

Die auf dem Gebiet des elektrischen Messens bestehenden Regeln für Meßgeräte, Wandler und Elektrizitätszähler werden nach und nach einer grundlegenden und

einheitlichen Neubearbeitung unterzogen. Die Neufassung der „Regeln für Meßgeräte“ konnte bereits als Entwurf veröffentlicht werden⁴³⁾. Die Bearbeitung der „Regeln für Wandler“ ist schon weit fortgeschritten, die der „Regeln für Elektrizitätszähler“ ist in Angriff genommen.

Hochspannungstechnik.

Im Rahmen der Arbeiten des Ausschusses für den elektrischen Sicherheitsgrad wurden umfangreiche Stoßversuche an Stützern und Durchführungen mit parallel geschalteten Vergleichsfunkstrecken⁴⁴⁾ angestellt. Die Ergebnisse sollen der Ableitung entsprechender Prüfvorschriften dienen. Der Ausschuß bearbeitete weiterhin die Frage der Abstufung des elektrischen Sicherheitsgrades für die verschiedenen Teile von Hochspannungsanlagen, ohne jedoch jetzt schon zu einem abschließenden Ergebnis gekommen zu sein.

Der Ausschuß für Spannungsmessungen ist mit den Vorarbeiten für die Neufassung der „Regeln für Spannungsmessungen mit der Kugelfunkstrecke in Luft“ und der „Regeln für das Messen von Spannungen in Röntgenanlagen mit der Kugelfunkstrecke“ beschäftigt. Es wurde eine kritische Zusammenstellung sämtlicher im In- und Auslande bekannt gewordener Meßergebnisse mit Kugelfunkstrecken ausgearbeitet, die als Unterlage für die spätere deutsche und die internationale Normung der Kugelfunkstrecken-Eichwerte für Wechsel- und Stoßspannungen dienen soll⁴⁵⁾.

Der Ausschuß für Isolatoren behandelte Vorarbeiten für eine neue Fassung der Leitsätze für die Prüfung von keramischen Isolatoren. Ferner wurden im Zusammenhang mit den Arbeiten der IEC und CIGRE folgende Prüfvorschriften für Freileitungsisolatoren erörtert: Stoßüberschlags- und Stoßdurchschlagsprüfung, Temperaturwechselprüfung, mechanische Prüfung. Ein Vorschlag zur Berücksichtigung des Einflusses der Luftfeuchtigkeit auf die Überschlagspannung von Freileitungsisolatoren wurde ausgearbeitet⁴⁶⁾.

Für Kappen- und Vollkernisolatoren mit bleiloser Befestigung der Armaturen wurden Umstellnormen (DIN VDE 8007 U und 8009 U) ausgearbeitet, die ihrerseits die Aufstellung von Umstellvorschriften für die Prüfung von Isolatoren und für den Bau von Starkstrom-Freileitungen bedingen⁴⁷⁾.

Der Ausschuß für die Prüfung mit Spannungsstößen bearbeitet die Leitsätze VDE 0450 neu, wobei die entsprechenden IEC-Regeln — jedenfalls hinsichtlich der Begriffsbestimmungen und der Normung von Wellenformen — berücksichtigt werden sollen, die unter maßgebender deutscher Mitarbeit entstanden sind⁴⁸⁾.

Der Ausschuß für Überspannungsschutz hat den Entwurf der „Leitsätze für Überspannungsschutzgeräte in Starkstromanlagen“ veröffentlicht⁴⁹⁾. Die hierauf eingegangenen Anregungen und Vorschläge wurden behandelt und sodann der endgültige Wortlaut verabschiedet⁵⁰⁾.

Werkstoffe.

Zur Fortführung der Arbeiten, die bisher bei dem Ausschuß für Aluminiumleitungsnormen in der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde durchgeführt wurden, hat der VDE in Übereinkunft mit der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde einen Ausschuß für Leiterwerkstoffe eingesetzt, der in Zukunft alle die Elektrotechnik betreffenden Fragen der metallischen Werkstoffe bearbeiten wird. In diesem Ausschuß wurden zunächst die Ergebnisse der von der IEC angeregten Vergleichsuntersuchungen über die Verzinkungsgüte von Stahldrähten und

⁴³⁾ ETZ 59 (1938) S. 481.

⁴⁴⁾ P. Jacottet, ETZ 58 (1937) S. 628.

⁴⁵⁾ Hierüber werden W. Weicker und Mitarbeiter demnächst in der ETZ berichten.

⁴⁶⁾ P. Jacottet u. W. Weicker, ETZ 59 (1938) S. 366.

⁴⁷⁾ ETZ 58 (1937) S. 995.

⁴⁸⁾ P. Jacottet u. W. Weicker, ETZ 59 (1938) S. 366.

⁴⁹⁾ ETZ 58 (1937) S. 615 bzw. 589.

⁵⁰⁾ ETZ 59 (1938) S. 131.

³⁷⁾ ETZ 58 (1937) S. 965 u. 59 (1938) S. 379.

³⁸⁾ ETZ 58 (1937) S. 1021 u. 1382.

³⁹⁾ ETZ 59 (1938) S. 302.

⁴⁰⁾ ETZ 58 (1937) S. 81, 108, 139 u. 59 (1938) S. 324.

⁴¹⁾ K. Lüdde, ETZ 58 (1937) S. 1055.

⁴²⁾ ETZ 58 (1937) S. 1069.

-seilen besprochen. Ferner wurde zu den von der IEC vorbereiteten Normen für weichgeglühtes und hartgezogenes Aluminium Stellung genommen.

Auf dem Isolierstoffgebiet zeigt das verflossene Berichtsjahr neben einer Weiterentwicklung der keramischen Stoffe vor allem einen weiteren stürmischen Aufschwung der deutschen Kunststoffe. Soweit die Dinge hier nicht noch im Fluß sind und die Aufstellung von Vorschriften vorerst noch verbieten, wurden klärende Vorarbeiten bereits in Angriff genommen.

Der Unterausschuß „Nicht härtbare Kunststoffe“ befaßte sich mit der Aufstellung einer Eigenschaftstafel der nicht härtbaren Hochpolymeren, um zugleich einheitliche Bezeichnungen für die vielen heute gebräuchlichen Phantasienamen zu schaffen. — Der Unterausschuß „Preßstoffe“ begann die Neubearbeitung von VDE 0320, um die in der neuen Typisierung der gummifreien, nicht keramischen Isolier-Preßstoffe⁵¹⁾ enthaltene Erweiterung der Preßstofftypen und der zu prüfenden Eigenschaften in die Leitsätze hineinzuarbeiten. — Auch die Neubearbeitung von VDE 0335 wurde von dem Unterausschuß „Keramische Stoffe“ begonnen, wobei die früher veröffentlichte Eigenschaftstafel⁵²⁾ als Grundlage diente.

Der Unterausschuß „Faserstoffe“ hat die neuen „Leitsätze für Hartpapier und Hartgewebe“ (VDE 0318) fertiggestellt⁵³⁾; hiermit treten die bisherigen Leitsätze VDE 0324, 0325 und 0326 außer Kraft. Gleichzeitig enthalten die neuen Leitsätze eine Erweiterung auf Hartgewebe. Im Zusammenhang hiermit sind die Normblätter DIN VDE 605 „Hartpapier-Platten“ und DIN VDE 606 „Hartgewebe-Platten“⁵⁴⁾ fertiggestellt worden. Das Normblatt DIN VDE 600 „Tafelpreßspan“ wurde mit einigen kleinen Änderungen neu herausgegeben.

Der Unterausschuß „Glimmererzeugnisse“ hat eine Neubearbeitung von VDE 0332 im Entwurf fertiggestellt. Bei der Aufstellung des Entwurfs sind auch die im Ausland bestehenden Prüfvorschriften für Glimmererzeugnisse berücksichtigt worden. Gleichzeitig wurden

⁵¹⁾ ETZ 58 (1937) S. 1254.

⁵²⁾ ETZ 56 (1935) S. 918.

⁵³⁾ ETZ 59 (1938) S. 205.

⁵⁴⁾ Entwürfe in ETZ 56 (1935) S. 1289.

Entwürfe für zwei neue Normblätter DIN VDE 612 und 614 über Glimmererzeugnisse in Platten bzw. in Rollen ausgearbeitet, die ebenfalls demnächst veröffentlicht werden.

Der Unterausschuß „Lacke“ hat auf dem schwierigen Gebiet der Prüfung von Isolierlacken und lackgetränkten Faserstoffen Vorarbeiten für die Aufstellung entsprechender Bestimmungen geleistet.

Der Ausschuß für Isolieröle hat vorgesehen, in den „Vorschriften für Schalter- und Transformatorenöle“ die Bestimmungen über Durchschlagsfestigkeit einer Neubearbeitung zu unterziehen. Der Ausschuß hat ferner in Erwägung gezogen, Leitsätze für Kabelisolieröle aufzustellen.

DIN VDE-Normblätter.

Die Normung auf dem Gebiet der Elektrotechnik wurde wie bisher den Fortschritten der Technik entsprechend vom VDE gemeinsam mit der Normenstelle der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie weitergeführt. Als Ergebnis dieser Arbeiten liegen zur Zeit über 450 gültige Normblätter vor, von denen innerhalb des Berichtsjahres sieben neu oder in geänderter Ausgabe erschienen sind⁵⁵⁾. Zu drei bestehenden Normblättern wurden entsprechende Umstellnormen herausgegeben. Die neuen Normblätter behandeln in erster Linie folgende Gebiete: Galvanische und Trockenelemente, Elektroflurfördergeräte, Kappen- und Vollkernisolatoren. Außerdem wurden zahlreiche Entwürfe neuer oder überarbeiteter DIN VDE-Normblätter veröffentlicht. Hierbei handelt es sich vornehmlich um die Normen für Schaltzeichen und Schaltbilder, Einzelteile für Rundfunkgeräte, Leitungsnormen für Leitungen elektrischer Bahnen, gleislose Elektrofahrzeuge, Installationsrohre, Sicherungen, Steckvorrichtungen und Fassungen. Diese Entwürfe wurden im vorstehenden zum Teil bereits erwähnt. Ferner war der VDE an der Aufstellung zahlreicher anderer Normblätter beteiligt, die als DIN-Normen oder als Normblätter anderer Fachnormenausschüsse erscheinen; bei mehreren dieser Normblätter ist der VDE Mitträger.

⁵⁵⁾ ETZ 59 (1938) S. 349.

Internationale Zusammenarbeit.

Internationale Ausschüsse und Konferenzen.

Das Deutsche Komitee der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (DK der IEC) hat sich wie bisher eifrig an den Ausarbeitungen und Beratungen beteiligt. Im November 1937 fanden Sitzungen verschiedener IEC-Arbeitsausschüsse in Santa Margherita statt (Aluminium, Rundfunkgeräte, Stromrichter). Ein Sachverständigen-Ausschuß des IEC-Ausschusses für Stromrichter tagte Ende April 1938 in Zürich. Der Sachverständigenausschuß des internationalen Sonderausschusses für Rundfunkstörungen (CISPR) hielt eine Sitzung im Dezember vorigen Jahres in Brüssel ab.

Vom 22. Juni bis 1. Juli 1938 findet in Torquay (Südenland) und London eine Volltagung der IEC statt. Dabei sind Sitzungen zahlreicher Arbeitsausschüsse in Aussicht genommen. Mit der deutschen Vorbereitung dieser Tagung haben sich die zuständigen VDE-Ausschüsse eingehend befaßt.

Da sich in Deutschland ein steigendes Interesse an den Veröffentlichungen der IEC bemerkbar machte, hat sich das Deutsche Komitee entschlossen, deutsche Übersetzungen neuer IEC-Regeln herauszugeben⁵⁶⁾.

Über die Ergebnisse der 9. Volltagung der Internationalen Hochspannungs-Konferenz (CIGRE), die Ende Juni 1937 in Paris stattfand, ist an anderer Stelle eingehend berichtet worden⁵⁷⁾. Die Gesamtberichte der Konferenz sowie die neue Karte der

Hochspannungsleitungen Europas sind inzwischen erschienen⁵⁸⁾.

Der Deutsche Ausschuß der Installationsfragen-Kommission (IFK), der sich aus Vertretern des VDE, der Elektroindustrie und der Elektrizitätsversorgung zusammensetzt, hatte zu den von der IFK angesetzten Sondertagungen in Paris und Berlin Vertreter entsandt. Ein ausführlicher Bericht über die 18. Volltagung der IFK im Juni 1937 in Oslo ist an anderer Stelle veröffentlicht⁵⁹⁾.

Der Zwischenstaatliche Beratende Ausschuß für den Funkbetrieb (CCIR) ist Mitte vorigen Jahres zu seiner 4. Tagung in Bukarest zusammengetreten, über die ausführlich berichtet wurde⁶⁰⁾.

Auf dem Gebiet der Rundfunk- und insbesondere der Kurzwellentechnik hat die Union Radio-Scientifique Internationale (URSI), für die ein deutscher Ausschuß eingesetzt wurde, die internationale Zusammenarbeit weitergeführt. Die Vereinigung befaßt sich zur Zeit mit Fragen der Ausbreitung der Wellen, der Schwankungen der Empfangsintensität, der Erforschung der Ionosphäre und atmosphärischen Störungen.

Zusammenarbeit mit ausländischen Vereinen.

Nachdem im vergangenen Jahr auf Grund einer Anregung der Wissenschaftlichen Abteilung des VDE mit mehreren ausländischen elektrotechnischen Vereinigungen Verhandlungen über gegenseitige Besuchsabkommen in die

⁵⁶⁾ ETZ 58 (1937) S. 1173.

⁵⁹⁾ ETZ 58 (1937) S. 1126.

⁶⁰⁾ ETZ 58 (1937) S. 1190.

⁵⁸⁾ ETZ 58 (1937) S. 889.

⁵⁷⁾ P. Jacottet, ETZ 59 (1938) S. 289.

Wege geleitet worden waren, konnten diese Vereinbarungen im Berichtsjahre zu einem günstigen Abschluß gebracht werden⁶¹⁾. Derartige Besuchsabkommen bestehen heute mit den elektrotechnischen Vereinigungen in England, Frankreich, Italien, Japan, Rumänien, Südafrika, Ungarn und den V. S. Amerika. Das außerdem mit dem österreichischen Elektrotechnischen Verein in Wien abgeschlossene Besuchsabkommen ist durch die letzten Ereignisse in Österreich insofern überholt, als eine engere Zusammenfassung des genannten Vereins mit dem VDE nur noch eine Frage der Zeit sein wird. Mit welcher Freude diese Aussicht von beiden Seiten begrüßt wird, geht aus dem anlässlich der Vereinigung Österreichs mit dem Reich geführten Telegrammwechsel mit dem Elektrotechnischen Verein in Wien hervor⁶²⁾.

⁶¹⁾ ETZ 59 (1938) S. 28, 205 u. 510.

⁶²⁾ ETZ 59 (1938) S. 305.

Es wurde mehrfach darauf hingewiesen, daß Mitglieder des VDE, die Reisen ins Ausland unternehmen, sich vorher mit der VDE-Geschäftsstelle in Verbindung setzen, um die zwischen dem VDE und ausländischen elektrotechnischen Vereinigungen bestehenden guten Beziehungen durch ihre Besuche bei den befreundeten Körperschaften zu fördern. Andererseits war es dem VDE auch im Berichtsjahre eine große Freude, zahlreiche ausländische Besucher begrüßen zu können.

Anlässlich der im April und Mai 1938 veranstalteten Studienfahrt des VDE nach den V. S. Amerika⁶³⁾ haben die Teilnehmer auch dem American Institute of Electrical Engineers in New York einen Besuch abgestattet, wodurch das nunmehr seit 25 Jahren mit dieser Körperschaft bestehende Besuchsabkommen einen bereicherten Ausdruck fand.

⁶³⁾ ETZ 59 (1938) S. 28 u. 349.

Der VDE als technisch-wissenschaftlicher Verein des NSBDT.

Mitarbeit im NSBDT.

Nachdem die Neuordnung der deutschen Technik im Vorjahre abgeschlossen wurde, haben sich hierdurch einige Änderungen an der Organisation des VDE als notwendig erwiesen. Insbesondere mußte die Einteilung der VDE-Bezirke teils durch Änderung der Bezirksgrenzen, teils durch Aufteilung einzelner Bezirke den Gebieten der politischen Gaue angepaßt werden. Die hiermit in Zusammenhang stehenden organisatorischen Maßnahmen wurden dem Abschluß nahegebracht.

Für die politisch-weltanschauliche Ausrichtung der technisch-wissenschaftlichen Fachvereine wurden Schulungslehrgänge auf der Plassenburg, der Reichsschule des NSBDT und des Hauptamtes für Technik, durchgeführt, die auch von zahlreichen Beauftragten des VDE und seiner Bezirke besucht wurden.

An gemeinsamen Veranstaltungen des NSBDT, wie z. B. an dem Treffen anlässlich des Reichsparteitages, der Kundgebung „Deutsche Werkstoffe“ am 13.10.1937 in Berlin, dem Messetreffen der Deutschen Technik, den in mehreren Bezirken veranstalteten Technischen Gaudagen, Festen der Technik u. dgl., beteiligte sich der VDE durch Übernahme von Vorbereitungsarbeiten, durch Stellung von Vorträgen und durch Teilnahme seiner Mitglieder.

Von fast allen Gauverwaltungen des NSBDT wurden Mitteilungsblätter herausgegeben, die alle NSBDT-Mitglieder eines bestimmten Wohnbezirkes über die Veranstaltungen und Arbeiten der einzelnen Fachvereine unterrichten. An diesen Blättern wurde durch Lieferung zahlreicher Aufsätze und Veranstaltungsberichte eifrig mitgearbeitet. Das gleiche gilt für die in den alleinigen Besitz des NSBDT übergegangene „Rundschau Deutscher Technik“.

Wissenschaftliche Abteilung des VDE.

Die Wissenschaftliche Abteilung gab in Erfüllung der ihr gestellten Aufgaben Anregungen für die technisch-wissenschaftliche Arbeit des VDE. Für die Vorbereitung technisch-wissenschaftlicher Veranstaltungen wurden den VDE-Bezirken Vorschlagslisten bereitstehender elektrotechnischer Vorträge und Filme zur Verfügung gestellt. Darüber hinaus wurden grundsätzliche Fragen des Vortragswesens behandelt. Umfangreiche Beratungen und Arbeiten erforderte die Vorbereitung des technisch-wissenschaftlichen Programms der Mitgliederversammlung; Vorschläge für Hauptvorträge und Fachberichte wurden mehrfach überprüft und hiernach das Programm der Tagung festgelegt.

Um bedeutende Persönlichkeiten der Elektrotechnik insbesondere den jüngeren Fachgenossen vor Augen führen zu können, wurde die Einrichtung eines Film- und Bildarchivs in die Wege geleitet. In Zusammenhang hiermit wurden bei einem Ausflug des VDE-Bezirk Berlin-Brandenburg sowie bei der VDE-Tagung 1937 in Königsberg einige

Schmalfilme aufgenommen. Es ist beabsichtigt, dieses Archiv weiter auszubauen und auch Einzelaufnahmen bedeutender Männer der Elektrotechnik hier zu sammeln. Unter dem gleichen Gesichtspunkt wurde die Schaffung eines geschichtlichen Werkes über die Elektrotechnik vorbereitet⁶⁴⁾. Von zahlreichen älteren Fachgenossen sowie von den Archiven mehrerer VDE-Bezirke wurden Aufzeichnungen zur Verfügung gestellt, die bei der Abfassung dieses Werkes als Unterlagen dienen. Ferner wird hierfür das Material Verwendung finden, das von der ehemaligen Historischen Kommission der Elektrotechnik zusammengetragen und das anlässlich der Umgestaltung des Elektrotechnischen Vereins in den VDE-Gau Berlin-Brandenburg der Wissenschaftlichen Abteilung des VDE zur Verfügung gestellt wurde⁶⁵⁾.

Weiterhin erstreckten sich die Beratungen auf die durch den VDE zu verleihenden Ehrungen für verdiente Männer der Elektrotechnik. Die Schaffung neuer Verleihungsbestimmungen für die dem Gesamt-VDE seitens des VDE-Bezirk Berlin-Brandenburg überlassene Siemens-Stephan-Gedenkplatte⁶⁶⁾ wurde in die Wege geleitet. Ferner wurde über die Verleihung von Ehrenmitgliedschaften anlässlich der 40. Mitgliederversammlung beraten.

Mehrere Anträge zur Bereitstellung von Mitteln für Forschungsarbeiten wurden geprüft. In der Mehrzahl der Fälle konnten die Anträge befürwortend an das Kuratorium der EV-Stiftung weitergeleitet werden.

Vortrags- und Fortbildungswesen.

Wie bisher lag die Durchführung der Unterrichtung und Fortbildung der Mitglieder im wesentlichen in Händen der einzelnen Bezirke des VDE, von denen im Berichtsjahr etwa 500 Veranstaltungen durchgeführt wurden. In einigen Bezirken wurden gut besuchte Vortragsreihen veranstaltet. Die vom VDE-Bezirk Berlin-Brandenburg im Vorjahre durchgeführten Vortragsreihen „Wahrscheinlichkeiten und Schwankungen“ und „Isolierstoffe“ hatten beispielsweise so großes Interesse gefunden, daß eine Herausgabe in Buchform zweckmäßig erschien⁶⁷⁾. Die während der VDE-Tagung 1937 in Königsberg vorgetragenen Fachberichte fanden große Beachtung und hatten einen Rekordbesuch aufzuweisen. Anlässlich der Leipziger Frühjahrsmesse brachte der VDE eine Vortragsreihe über das Thema „Elektrotechnik und Vierjahresplan“, deren Durchführung der VDE-Bezirk Nordsachsen übernommen hatte. Hier wurde über die Arbeiten des VDE im Rahmen des Vierjahresplanes, ferner über Leichtmetalle und heimische Isolierstoffe in der Elektrotechnik berichtet. In einigen VDE-Bezirken wurden wie bisher Fortbildungslehrgänge

⁶⁴⁾ ETZ 58 (1937) S. 1329.

⁶⁵⁾ ETZ 56 (1935) S. 359.

⁶⁶⁾ ETZ 58 (1937) S. 949.

⁶⁷⁾ ETZ 58 (1937) S. 943 u. 1151.

für Monteure in enger Zusammenarbeit mit den Industrie- und Handelskammern sowie mit der DAF durchgeführt. In Danzig wurden Fortbildungskurse über Rundfunktechnik und technisches Rechnen veranstaltet, deren technisch-wissenschaftliche Betreuung der VDE-Bezirk und deren Organisation die Danziger Arbeitsfront übernommen hatte. Die Beteiligung war so gut, daß diese Kurse auch in Zukunft weitergeführt werden sollen.

Jungingenieurwesen.

Die fachliche Weiterbildung des elektrotechnischen Nachwuchses durch Vorträge, Arbeitsgemeinschaften und Besichtigungen, die Förderung kameradschaftlichen Geistes im zwanglosen Beisammensein und die Weckung des Verständnisses für die Aufgaben, die der deutsche Ingenieur im Rahmen des Vierjahresplans zu erfüllen hat, waren die Richtlinien, nach denen die Jungingenieurarbeit des VDE im Berichtsjahr durchgeführt wurde und auch in Zukunft durchgeführt werden wird.

Wie bisher entfiel der Hauptanteil der Jungingenieurarbeit auf den Bezirk Berlin-Brandenburg, der den Schwerpunkt der deutschen elektrotechnischen Industrie umfaßt. Der Bezirk legte das Programm für die Jungingenieur-Arbeitsgemeinschaften des Berichtsjahres bereits Ende September 1937 fest und veröffentlichte es im November in seinen Mitteilungen, die der Berliner Auflage der „Rundschau Deutscher Technik“ beiliegen. Für jede der 13 Arbeitsgemeinschaften wurden zehn Vortrags- und Aussprache-Abende festgesetzt, so daß im ganzen also 130 Jungingenieur-Abende auf das Berichtsjahr entfallen. Die Gliederung der 13 Arbeitsgemeinschaften ist dieselbe wie im Vorjahre geblieben⁶⁸). Die Beteiligung der Jungingenieure durch Übernahme eigener Vorträge war äußerst reger, die Teilnehmerzahl stieg bei einzelnen Veranstaltungen auf über 100 an.

Die erfolgreiche Arbeit der übrigen Bezirke für unseren Nachwuchs kann hier nur kurz gestreift werden. Die Bezirke Danzig, Halle, Hansa (Hamburg), Magdeburg, Niedersachsen (Hannover), Niederschlesien (Breslau), Nordmark (Kiel), Südbayern (München) und Südhessen (Darmstadt) führten zum Teil zahlreiche besondere Veranstaltungen für Jungingenieure durch. Erwähnt sei der gelungene Versuch im Bezirk Niedersachsen (Hannover), auch für Themen allgemeineren Inhalts, wie Fragen des Patentrechts und wirtschaftspolitische Fragen der Gegenwart, Verständnis zu wecken. Im Bezirk Nordmark (Kiel) lag es nahe, die Schiffselektrotechnik besonders zu pflegen. Der Bezirk Südbayern (München) behandelte das interessante und wichtige Gebiet der Schrifttumsauswertung und der Patentrecherchen und fand damit großen Anklang. Außerdem führten die meisten der oben genannten Bezirke Besichtigungen durch, zum Teil im Zusammenhang mit Vorträgen, um auch durch praktische Anschauung den Gesichtskreis der Jungingenieure zu erweitern. Mehrere Bezirke und zahlreiche elektrotechnische Firmen stellten ihren Jungingenieuren erhebliche Zuschüsse für den Besuch der VDE-Tagung in Königsberg zur Verfügung, wodurch diesen Gelegenheit gegeben wurde, an der technisch-wissenschaftlichen Arbeit des Verbandes regen Anteil zu nehmen.

Wie bisher erschien auch in diesem Jahre unter dem Titel „Für den Jungingenieur“ in der ETZ eine Reihe von Aufsätzen, die besonders für die fachliche Förderung des Nachwuchses bestimmt war und wie immer sehr begrüßt wurde.

VDE-Schrifttum.

Die Wissenschaftliche Leitung der Elektrotechnischen Zeitschrift war wie bisher bemüht, den Stoff möglichst gleichmäßig auf die verschiedenen Gebiete der Elektrotechnik zu verteilen. Eine besondere Pflege erfuhr die Behandlung allgemeiner grundlegender Fragen der Elektrotechnik, durch die dem Leser die Einarbeitung in fremde Gebiete erleichtert und den Gefahren eines ein-

seitigen Spezialistentums vorgebeugt werden soll. Einzelne Hefte wurden auf Themen besonders ausgerichtet, die im Vordergrund des Interesses standen. Hierunter ist aus dem Jahre 1937 zu nennen das Heft 10 über „Amerikanische Elektrotechnik“, Heft 11 über die „Ferntragung des VDE“ und Heft 30 über „Rundfunkentstörung“. Als ausgesprochene Fachhefte erschienen außerdem Heft 21 „Elektrizität im Bergbau“ und Heft 33 „Reichsflugsicherung“. Gemäß ihrer Bedeutung wurde die Frage der neuen Werkstoffe vordringlich behandelt. Heft 18 war auf „Heimstoffe der Elektrotechnik“ ausgerichtet, und auch das zweite Messeheft 1938 war in erster Linie der Anwendung neuer Werkstoffe gewidmet.

Das Archiv für Elektrotechnik brachte im abgelaufenen Jahr in der Hauptsache Untersuchungen über grundlegende Fragen der Elektrotechnik und über meßtechnische Probleme. Ausführlich wurden auch die Gebiete Elektromaschinen, Transformatoren und Stromrichter behandelt sowie weitere im Brennpunkt des wissenschaftlichen Interesses stehende Dinge.

Die Rundschau Technischer Arbeit hat im Vorjahre, insbesondere anlässlich der VDE-Tagung in Königsberg, wiederholt über elektrotechnische Fragen berichtet. Sie ist am 1. Januar 1938 unter dem neuen Titel „Rundschau Deutscher Technik“ in den Besitz des NSBDT übergegangen und wird dadurch in die Lage versetzt, noch stärker als bisher den Aufgaben der gesamten Technik zu dienen.

Die fremdsprachigen technischen Auslandszeitschriften, an deren Herausgabe der VDE beteiligt ist, brachten im Jahre 1937 je zwölf Hefte in englischer und spanischer Sprache, je vier Hefte in französischer und italienischer Sprache und zwei Hefte in portugiesischer Sprache heraus.

Der 9. Band der VDE-Fachberichte, der die Vorträge und Aussprachen der 39. VDE-Mitgliederversammlung enthält, erschien im Dezember und wurde sämtlichen Teilnehmern an der Königsberger Tagung kostenlos zugestellt. Im übrigen konnte ein steigendes Interesse an dieser Veröffentlichung im Inlande und besonders im Auslande festgestellt werden.

Die 21. Auflage des VDE-Vorschriftenbuches und die Sonderdrucke der VDE-Arbeiten wurden in steigendem Umfang verbreitet. An Übersetzungen einzelner VDE-Vorschriften wurden drei in englischer, zwei in französischer, fünf in portugiesischer und vier in spanischer Sprache neu herausgebracht, so daß nunmehr Übersetzungen von über 20 verschiedenen VDE-Bestimmungen vorliegen.

Zur Schrifttumsauswertung⁶⁹) dient das Referatenblatt „Elektrotechnische Berichte“ und die „Literaturkartei Elektrotechnik“, an deren Herausgabe der VDE beteiligt ist und die seinen Mitgliedern zu Vorzugsbedingungen zur Verfügung stehen. Ferner erscheint zur Erschließung der vom VDE herausgegebenen Zeitschriften und der Fachberichte eine „Sonderkartei VDE-Schrifttum“, die gegen Erstattung der Versandkosten abgegeben wird.

Ausstellungen und Messen.

An Ausstellungen und Messen hat sich der VDE wiederum beteiligt, um hierdurch die Volksgenossen mit den Arbeiten des VDE vertraut zu machen, die eine gefahrlose Anwendung der elektrischen Energie gewährleisten. Über die Ausstellung des VDE auf der Reichsnährstandsschau in München wurde an anderer Stelle ausführlich berichtet⁷⁰). Hier wurden an einem Musterbauernhof alle in Frage kommenden Arten von elektrischen Anlagen gezeigt und ihre ordnungsmäßige Ausführung dargelegt.

Auf der Leipziger Frühjahrsmesse 1938 wurde in der Auskunftstelle des VDE im Haus der Elektrotechnik eine Sonderschau gezeigt, die in anschaulichen Abbildungen und ausgestellten Mustern darlegte, welche

⁶⁹) ETZ 58 (1937) S. 801 u. 1070.

⁷⁰) Th. Teinert, ETZ 58 (1937) S. 1115.

⁶⁸) ETZ 58 (1937) S. 806.

Fehler bei der Herstellung von Nachttischlampen immer wieder vorkommen⁷¹⁾. Die Ausstellung fand großes Interesse, und zahlreiche Hersteller von Beleuchtungskörpern konnten Beratungen und Auskünfte einholen.

Der Messeausschuß des VDE hat wie in den Vorjahren die Frühjahrsmesse besichtigt und die ausgestellten elektrotechnischen Erzeugnisse daraufhin geprüft, inwieweit sie den VDE-Vorschriften entsprechen. Bei Verstößen gegen die VDE-Vorschriften wurden die Aussteller hinsichtlich der Erfüllung der Vorschriften beraten. Diese Tätigkeit liegt im Interesse der Industrie, der Elektrizitätsversorgung und der Gesamtheit der Verbraucher; sie ist insbesondere im Hinblick auf die Zweite Durchführungsverordnung zum Energiewirtschaftsgesetz von größter Bedeutung.

Auf dem Messestand der ETZ-Verlag G. m. b. H. wurde das gesamte VDE-Schrifttum gezeigt; ferner wurde hier der offizielle Führer durch das Haus der Elektrotechnik abgegeben. Schließlich sei noch die Vortragsveranstaltung des VDE anlässlich der Messe über „Elektrotechnik und Vierjahresplan“ erwähnt, auf die im vorstehenden bereits hingewiesen wurde.

Forschungsarbeiten.

Sowohl im Hinblick auf die Arbeiten der VDE-Ausschüsse als auch allgemein zur Förderung der Elektrotechnik und zur Lösung von Sonderfragen wurden Forschungsarbeiten durchgeführt, wobei auch wieder Fragen des Vierjahresplanes eine Rolle spielten. Auf Anregung und mit Unterstützung des VDE wurden bei der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt Versuche über das elektrische Verhalten von Isolierstoffen in Abhängigkeit von der Temperatur durchgeführt, die als Grundlage für eine Erweiterung der Eigenschaftstafel der nicht keramischen, gummierten Isolierpreßstoffe in VDE 0320 dienen sollen. Im Zusammenhang mit den Vorarbeiten im Unterausschuß „Kunststoffe“ zur Aufstellung einer Eigenschaftstafel sind Messungen an Hochpolymeren ohne Weichmacherzusätze in Angriff genommen.

Die Verwendung von Aluminium als Leiterwerkstoff fordert die Klärung der Korrosion von Verbindungsstellen insbesondere beim Zusammenreffen mit anderen Werkstoffen. Es wurden daher Untersuchungen über die zeitliche Änderung der Übergangswiderstände beim Zusammenreffen verschiedener Leiterwerkstoffe und in Abhängigkeit von den umgebenden Medien durchgeführt. Durch systematische Gegenüberstellung der Versuchsergebnisse sollen hierdurch neue Erkenntnisse zur Bearbeitung von Vorschriften gewonnen werden. — Die Vergleichsuntersuchungen an Draht- und Seilproben hinsichtlich der Verzinkungsgüte wurden bereits erwähnt.

Weiter wurden Untersuchungen über den Abschmelzvorgang bei Schmelzsicherungen mit geschlossenem Schmelzeinsatz durchgeführt, deren Ergebnisse in den neuen Vorschriften für Leitungsschutzsicherungen ihren Niederschlag gefunden haben. Umfangreiche Forschungsarbeiten wurden im Zusammenhang mit der Neubearbeitung der verschiedenen Vorschriften für Installationsmaterial durchgeführt. Ferner sind die zahlreichen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Aufstellung von Vorschriften für explosiongeschützte Geräte sowie über Isolierstoffe elektrischer Maschinen zu erwähnen.

Die aus Mitteln der „Stiftung des Elektrotechnischen Vereins E. V. zur Förderung wissenschaftlicher Arbeiten der deutschen Elektrotechnik“⁷²⁾ durchgeführten Forschungsarbeiten erstreckten sich in erster Linie auf Tierversuche zur Erforschung des elektrischen Todes, wofür wertvolle elektrotechnische Geräte zur einwandfreien Aufnahme von Kardiogrammen beschafft werden mußten, ferner auf die Fortführung der Arbeiten zur Verbesserung des Elektronenmikroskops sowie zur Beschaffung von Eichwerten für die Spannungsmessung mit Kugelfunkentrecken, die den Arbeiten der zuständigen VDE-Aus-

schüsse und der IEC zugrundegelegt werden sollen. — Außerdem wurden wie in den Vorjahren mehrere Forschungs- und Lehrstätten der Elektrotechnik durch Stiftungen und Zuschüsse unterstützt.

Zusammenarbeit mit anderen Körperschaften.

Als technisch-wissenschaftlicher Fachverein des NSBDT unterhält der VDE freundschaftliche Beziehungen zu den übrigen Vereinen dieser zusammenfassenden Körperschaft. Besondere Berührungspunkte ergaben sich insbesondere mit dem in der Fachgruppe Elektrotechnik, Gas und Wasser des NSBDT eingegliederten Deutschen Verein von Gas- und Wasserfachmännern, ferner mit dem Verein deutscher Ingenieure und dem Verein Deutscher Chemiker. Den Arbeiten des Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik wurde besondere Beachtung zugewendet, um eine einheitliche Bearbeitung in den Fällen zu erleichtern, in denen die Werkstoffe der Elektrotechnik behandelt wurden. Über die Mitarbeit des VDE im Deutschen Normenausschuß wurde bereits vorstehend berichtet; an den Beratungen des Beirates für Heimstoffe sowie der Normenprüfstelle war der VDE laufend beteiligt. Ferner wurde den Arbeiten des Deutschen Ausschusses für technisches Schulwesen und der Technisch-wissenschaftlichen Lehrmittelzentrale Beachtung geschenkt.

Zu der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft, die vor 25 Jahren vom VDE gegründet wurde⁷³⁾, bestehen freundschaftliche Beziehungen. Die Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure (ADB) wurde von zahlreichen VDE-Bezirken unterstützt. In mehreren Bezirken ergab sich innerhalb der ADB eine enge Zusammenarbeit des VDE mit anderen Fachvereinen.

Mit den verschiedenen Dienststellen der Deutschen Arbeitsfront ergab sich ein enges Zusammengehen, das sich insbesondere im Hinblick auf die vom VDE durchgeführten Fortbildungskurse auf das Amt für Berufsbildung und Betriebsführung erstreckte.

Die Verbindung mit den Behörden und den zahlreichen elektrotechnischen Körperschaften wurde womöglich noch enger gestaltet.

VDE-Bezirke.

Die vornehmste Arbeit der VDE-Bezirke besteht in der technisch-wissenschaftlichen Betreuung der Mitglieder durch Vorträge und Besichtigungen, über die bereits oben berichtet wurde. Die Teilnehmerzahlen an den einzelnen Veranstaltungen haben entsprechend der erhöhten Zahl der Mitglieder und dem gesteigerten Interesse an den der deutschen Technik gestellten wichtigen Aufgaben beachtlich zugenommen. In mehreren VDE-Bezirken wurden Fortbildungskurse für Monteure sowie sonstige Kurse über elektrotechnische Sondergebiete veranstaltet, die zum Teil gemeinsam mit anderen Körperschaften durchgeführt wurden und große Anerkennung fanden. Mit den örtlichen Stellen des Amtes für Technik, des NSBDT und seiner Fachvereine wurde enge Fühlung gehalten. Die Einrichtung der Stützpunkte wurde weiter ausgebaut und hat beachtliche Erfolge gezeigt. In zahlreichen Stützpunkten wurden eigene Vortragsveranstaltungen durchgeführt, die dem dringenden Bedürfnis einer engeren Verbindung der außerhalb der Bezirkshauptorte wohnenden Mitglieder mit dem VDE entsprachen. Die in mehreren VDE-Bezirken noch bestehende Einrichtung der sogenannten „Ortsmitglieder“ wurde abgeschafft, da jeder Elektrotechniker heute über seinen Fachverband dem NSBDT angehören soll. Zahlreiche Beauftragte der einzelnen VDE-Bezirke nahmen an den Reichsschulungskursen des NSBDT auf der Plassenburg teil.

In mehreren VDE-Bezirken bestehen besondere technische Ausschüsse, in denen die Entwürfe zu neuen VDE-Bestimmungen durchgesprochen werden, um dadurch an der Arbeit des VDE auf dem Vorschriften- und Normen-

⁷¹⁾ ETZ 59 (1938) S. 409.

⁷²⁾ ETZ 56 (1935) S. 1341.

⁷³⁾ ETZ 58 (1937) S. 1287.

wesen mitzuwirken. Beachtenswerte Anregungen wurden insbesondere von den in einzelnen Bezirken eingesetzten Vierjahresplan-Ausschüssen vorgebracht.

VDE-Geschäftsstelle.

Im Berichtsjahr fanden rd. 300 Sitzungen und Besprechungen der VDE-Ausschüsse sowie der internationalen elektrotechnischen Körperschaften im VDE-Haus statt. Der Umfang der Arbeiten hat entsprechend der Anspannung aller Kräfte der deutschen Technik weiterhin in starkem Maße zugenommen. Dieses zeigte sich auch in dem Umfang der schriftlichen und mündlichen Anfragen, die von der Geschäftsstelle erledigt wurden; auch hierbei entfiel ein großer Teil der Arbeiten auf Fragen des Vierjahresplanes. Zahlreiche Angehörige ausländischer elektrotechnischer Körperschaften statteten der Geschäftsstelle Besuche ab und holten sich Auskünfte und Beratungen. Der Zusammenarbeit mit Presse und Rundfunk wurde weiterhin besondere Beachtung zugewendet.

Die Betriebsgemeinschaft VDE, die die VDE-Geschäftsstelle, die VDE-Prüfstelle, die Geschäftsstelle des Bezirkes Berlin-Brandenburg, die ETZ-Verlag G. m. b. H. und die Wissenschaftliche Leitung der ETZ umfaßt, besteht aus rd. 90 Gefolgschaftsmitgliedern. Die Betriebsordnung wurde neugestaltet und durch verschiedene soziale Verbesserungen ergänzt. Zu Veranstaltungen der Partei, Schulungskursen und dgl. wurden mehrere Gefolgschaftsmitglieder entsandt, ferner wurde eine Werkschar gebildet. Die Betriebsgemeinschaft VDE hat sich an dem Leistungskampf der deutschen Betriebe 1937/38 beteiligt.

VDE-Prüfstelle.

Die Prüfstelle des VDE führte in der Berichtszeit etwa 1400 Zeichenprüfungen und Begutachtungen durch. Etwa 1000 Prüfungen führten zur Prüfzeichengenehmigung, während die übrigen Anträge auf Erlangung der Zeichengenehmigung abgelehnt werden mußten.

In der Berichtszeit wurden ferner etwa 550 Überprüfungen an mit dem VDE-Zeichen versehenen Erzeugnissen durchgeführt. Diese Prüfungen gaben in mehreren Fällen Anlaß zu Verwarnungen oder Strafmaßnahmen. In einem Falle mußte die Genehmigung zur Führung des VDE-Zeichens zurückgezogen werden.

Zur Ermittlung etwaiger unberechtigter Benutzung des VDE-Zeichens entnahm die VDE-Prüfstelle aus dem freien Handel eine größere Zahl von Erzeugnissen, die mit dem VDE-Zeichen versehen waren. Bei der Überprüfung mußte leider mehrfach ein Mißbrauch des Verbandszeichens festgestellt werden, der die Prüfstelle zum Vorgehen gegen die betreffenden Hersteller veranlaßte. In allen Fällen wurde auch den Handelsfirmen, bei denen die beanstandeten Erzeugnisse ermittelt worden waren, der Vertrieb dieser Waren untersagt. Verschiedentlich mußten Hersteller von Einzelteilen darauf hingewiesen werden, daß sie nicht berechtigt sind, ohne Aufforderung ihrer Kunden das VDE-Zeichen an den von ihnen angefertigten Teilen anzubringen.

Die Überwachung der Herstellung von isolierten Leitungen und Isolierrohren bewegte sich in dem gleichen Rahmen wie in den Vorjahren. Werkskontrollen sowie Entnahme von Leitungen und Isolierrohren zu Überprüfungen wurden regelmäßig mehrmals im Jahre vorgenommen.

Am 1. 10. 1937 trat die schon im vorigen Tätigkeitsbericht erwähnte neue Geschäfts- und Prüfordnung der VDE-Prüfstelle in Kraft⁷⁴⁾. Die Prüfstelle übermittelte diese neuen Bedingungen allen Inhabern von Prüfzeichengenehmigungen durch Rundschreiben und forderte sie zur Unterzeichnung des darin vorgesehenen Schiedsvertrages und der Verpflichtungserklärung auf. — Nach dem Stand am 30. 9. 1937 gab die VDE-Prüfstelle eine Zusammenstellung der erteilten Genehmigungen zur Führung der Verbandskennzeichen heraus⁷⁵⁾.

⁷⁴⁾ ETZ 58 (1937) S. 868 u. 1071.

⁷⁵⁾ ETZ 58 (1937) S. 1206.

Mitgliederbewegung.

Durch den Zusammenschluß der deutschen Ingenieure und Techniker im NSBDT und das Beitragsabkommen mit der DAF haben sich zahlreiche Fachgenossen zum Beitritt zu ihrem Fachverein bereitgefunden. In der Zeit vom 1. Mai 1937 bis zum 1. Mai 1938 konnten über 3500 Berufskameraden für den VDE gewonnen werden, wodurch sich die Gesamtzahl der Mitglieder auf rd. 13 560 erhöhte.

Andererseits forderte auch der Tod wieder zahlreiche Opfer aus dem Kreise der Mitglieder des Verbandes. Über 50 Fachgenossen, darunter eine große Zahl eifriger Mitarbeiter, wurden uns durch den Tod entzogen. Das Andenken der Verstorbenen wird der VDE stets in hohen Ehren halten. Nachstehend werden die Namen der Verstorbenen bekanntgegeben, wobei auf die in der ETZ veröffentlichten Nachrufe hingewiesen wird:

Anderl, Bernhard, Buchdruckereibes., München,
Anders, E., Obering., Essen-Bredeneu,
Bauer, Alois, Ingenieur, Preßburg,
Beck, Heinrich, Ingenieur, Meiningen (1937, S. 1023),
Biermann, Fritz, Direktor, Wiesbaden (1937, S. 1383),
Claussen, Carlos, Ingenieur, Kassel,
Dietrich, Emil, Ingenieur, Hindenburg,
Dummann, Willi, Betr.-Techniker, Landsberg a. W.,
Fischer, Artur, Obering., Leipzig,
Formis, Direktor, Ludwigsburg,
Fröhlich, Emil, Betriebsleiter, Remscheid-Lennep,
Geißler, Paul, Ingenieur, Bad Cannstatt,
Gerhartz, Wilhelm, Obering., Dipl.-Ing., Charlottenburg,
Gleichmann, Bernhard, Ministerialdirektor i. R., Prof. Dr. phil. Dr.-Ing. E. h., München,
Grob, Hugo, Dipl.-Ing., Berlin (1938, S. 328),
Günther, E. H., Ingenieur, Springfontein (Südafrika),
Hartje, Fritz, Dipl.-Ing., Porz,
Helm, Rudolf, Ingenieur, Meißen,
Hunder, Oskar, Elektromeister, Landsberg a. W.,
Kann, August, Prof. Dr., Wien,
Kirchberg, Walter, Dipl.-Ing., Berlin-Waidmannslust,
Leemann, J., Direktor, Mannheim,
Leinhos, Karl, Obering., Leipzig,
Licht, Hugo, Patentanwalt, Ingenieur, Berlin,
Liss, Peter, Masch.-Meister, Beuthen,
Liedke, Hellmuth, Obering., Dresden,
Lotz, Heinz, Dr., Berlin (1937, S. 890),
Meyer, Christoph, Dipl.-Ing., Berlin-Charlottenburg,
Misselwitz, Reinhold, Obering., Augsburg,
Musch, Paul, Leitungsinspektor, Leipzig,
Mück, Max, Elektroinstallateur, Dresden,
Müller, Wilhelm, Direktor, Jena (1938, S. 328),
Niese, Ernst, Dipl.-Ing., Kiel,
Noah, Hans, Ingenieur, Wiesbaden,
Nonnenmacher, Karl, Ingenieur, Tübingen,
Reimann, Erwin, Ingenieur, Gleiwitz,
Rickmann, Erich, Ingenieur, Berlin-Mahlsdorf,
Riedl, Anton, Obering., Wesel (1938, S. 407),
Rittershaus, Hans, Obering., Essen,
Rütze, Max, Techniker, Landsberg a. W.,
Sieg, Edwin, Obering., Henningsdorf,
Schmuck, Edmund, Dir., Siegmarschönau (1937, S. 1306),
Schönert, Rudolf, Dir., Dipl.-Ing., Zwickau,
Schuchmann, Philipp, Obering., Böhlitz-Ehrenberg,
Techel, Georg, Ingenieur, Dresden,
Thal, Ludwig, Zivil-Ing., Dortmund,
Trob, Jos. A., Ingenieur, Wettingen (Schweiz),
Vahl, Hugo, Dipl.-Ing., Berlin-Friedenau (1938, S. 280),
Weddy, Otto, Ingenieur, Gleiwitz,
Winter, Wilhelm, Ingenieur, Grube Ilse,
Wittkop, Bernhard, Ingenieur, Trier,
Wunder, Wilhelm, Obering., Berlin-Karlshorst (1938, S. 380),
Zastrow, Alfred, Obering., Berlin-Charl. (1937, S. 1229).

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE

Zuschriften sind nicht an eine persönliche Anschrift zu richten, sondern nur an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und nur mit Genehmigung des Verfassers und der Wissenschaftlichen Leitung der ETZ gestattet.

Abchluss des Heftes: 12. Mai 1938.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Herausgegeben vom Verband Deutscher Elektrotechniker E.V.

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

59. Jahrgang

Berlin, 26. Mai 1938

Heft 21

René Thury †.

Mit René Thury VDE ist am 23. 4. 1938 wieder einer der Pioniere der Elektrotechnik ins Grab gesunken. Das Lebenswerk dieses Selfmademan im besten Sinne des Wortes ist reich an technischen Erfindungen und Erfolgen und verdient, der heutigen Fachwelt in Erinnerung gerufen zu werden.

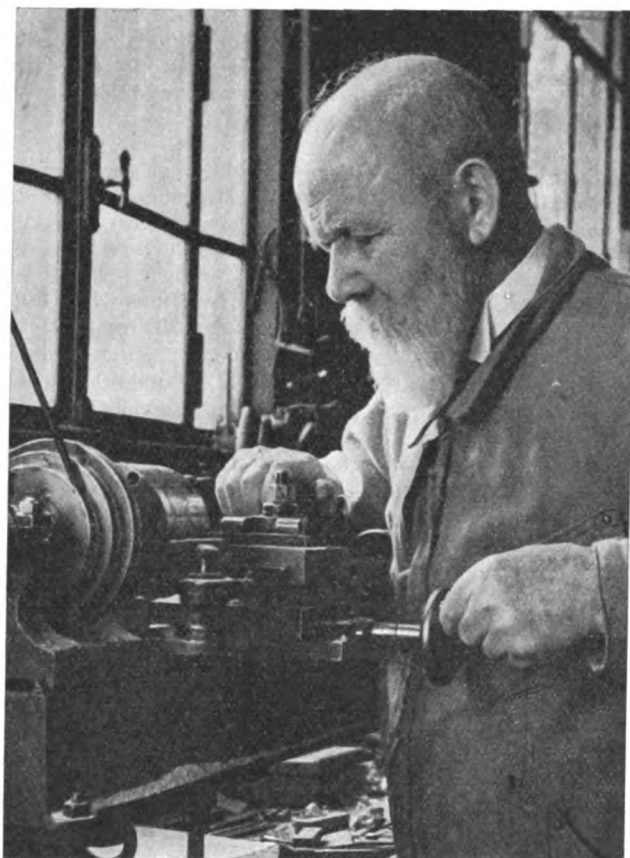
René Thury wurde am 7. 8. 1860 in Genf als Sohn des Universitätsprofessors Marc Thury geboren. Da ein Hochschulstudium finanziell nicht möglich war, trat René Thury mit 14 Jahren als Mechanikerlehrling bei der „Société Gènevoise des Instruments de Physique“ ein. Die Gesellschaft interessierte sich unter anderem für die in den allerersten Anfängen steckende Elektrotechnik, und bei diesen Versuchen hatte Thury erste kleine Erfolge, die ihm dazu verhalfen, im Jahre 1880 mit einer Expertenkommission nach Amerika zu reisen und in Verbindung mit Edison zu kommen.

Im Jahre 1882 trat Thury in die Firma Cuénod & de Meuron ein und wurde mit dem Bau von Dynamomaschinen betraut. Damit erhielt er die Möglichkeit, seinen genialen Erfindergeist und sein geradezu wunderbares konstruktives Fingerspitzengefühl zu entfalten. Während der 33jährigen Mitarbeiterschaft als Chefingenieur in der Genfer Firma, welche sich später zu der S. A. des Ateliers de Sécheron entwickelte, sind die zum Teil bahnbrechenden Erfindungen und Konstruktionen entstanden, welche den Namen Thury mit der Entwicklung der Elektrotechnik untrennbar verbinden. Bereits auf der Schweizerischen Landesaussstellung in Zürich 1883 stellte die Firma u. a. auch die erste vierpolige Dynamo nach dem System Thury aus. Auf der Internationalen Ausstellung 1884 in Turin erregten die sechspoligen Thury-Gleichstromdynamos Aufsehen und erhielten eine höchste Auszeichnung. Das Kraftübertragungssystem mit hochgespanntem Gleichstrom konstanter Stromstärke, als Thury-System

bekannt¹⁾, wurde zum erstenmal 1887 für eine Kraftübertragung nach Genua verwirklicht. Den Höhepunkt hat das Thury-Serie-System mit dem Bau der bekannten Kraftübertragung Moutier—Lyon mit einer Gleichspannung von 100 000 V erreicht. Auch auf dem Gebiete der elektrischen Zugförderung hat Thury zum Teil bahnbrechend gewirkt. Bereits

1887 wurde ein Seilbahnbetrieb auf den Bürgenstock bei Luzern mit 1800 V Gleichstrom verwirklicht. 1890 wurden Wagen für die Straßenbahnen Clermont—Ferrand, die erste elektrische Straßenbahn Frankreichs, geliefert. Als erste Bahnelektrisierung mit hochgespanntem Gleichstrom darf wahrscheinlich diejenige der Bahn von St. Georges-de-Commiers nach La Mure (Frankreich) angesprochen werden, welche im Jahre 1903 in Betrieb genommen wurde (2×1200 V mit Schienennulleiter). Von den weiteren technischen Großtaten Thurys nennen wir nur noch die elektrischen Thury-Regler, die Hochfrequenzgeneratoren und Gleichstrom-Hochspannungsmaschinen mit Gleichspannungen je Kollektor bis 25 000 V.

Ein an schöpferischer Arbeit so reiches Leben konnte nicht ohne äußere Ehrungen bleiben. So war Thury Ehrenmitglied der Société Internationale des Élec-



Phot. Max Kettel, Genf

triciens in Paris, des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, der Association Française des Électriciens, korrespondierendes Mitglied des VDE und seit 1919 Doktor sc. techn. h. c. der T. H. Zürich.

In der Geschichte der Elektrotechnik wird René Thury als einer ihrer markantesten Pioniere fortleben. Seinen Freunden und allen, die ihn persönlich gekannt haben, wird er als der aufrechte, optimistische, grundbescheidene und herzensgute Mensch in Erinnerung bleiben.

G. L. Meyfarth, Genf.

¹⁾ Vgl. a. ETZ 26 (1905) S. 76 sowie als eine der jüngsten Veröffentlichungen ETZ 51 (1930) S. 114.

Stand der Entwicklung von Mikrofonen und Telephonen für Teilnehmerapparate.

Von H. Panzerbieter, Berlin.

621. 395. 61 + 62

Übersicht. Zunächst werden Gießstrecken in bezug auf ihre mechanische Durchsteuerung und ihre elektrische Belastbarkeit untersucht. Hieraus ergeben sich Folgerungen für den Bau möglichst linear arbeitender Mikrophone mit hohem Übertragungsmaß und breitem Frequenzband. Der Aufsatz¹⁾ behandelt dann eingehend ein neues Telephon mit großem Übertragungsbereich.

Das erste Mikrophon, mit dem eine Umwandlung der menschlichen Sprache in elektrische Energie und damit eine Übertragung über den Draht gelang, war das von dem Lehrer Ph. Re i s konstruierte Einkontaktmikrophon. Auch heute noch werden in der üblichen Fernsprechtechnik ausschließlich Kontaktmikrophone benutzt. Sie enthalten allerdings nicht mehr nur einen einzelnen, sondern eine Vielzahl von parallel- und hintereinandergeschalteten Kontakten in Form einer Gießstrecke aus Kohlekörnern. Die Eigenschaften dieser Kontaktmikrophone konnten in den letzten Jahren entscheidend verbessert werden.

Grundlegende Arbeiten für die Erkenntnis der Wirkungsweise von Kontakten wurden vor Jahren von R. Hol m durchgeführt, die in neuerer Zeit durch Messungen von F. S. G o u c h e r ergänzt wurden. Diese Untersuchungen ergaben, daß das Kohlekorn im Mittel eine kugelige Gestalt hat; auf der Oberfläche befinden sich einzelne kleine halbkugelige Hügel. Der Durchmesser dieser Hügel wurde zu etwa 10^{-5} cm ermittelt. Werden zwei solcher Kohlekörner einander genähert, so berühren sich je nach dem aufgewendeten Druck eine größere oder kleinere Anzahl derartiger Hügelchen; die Kontaktfläche der einzelnen Berührungsstellen wird mit dem Preßdruck wachsen. Hiermit ist eine Widerstandsänderung verbunden. Da es sich bei den üblichen Schalldrücken um Bewegungen der Kohlekörner gegeneinander in der Größenordnung von 10^{-6} cm handelt, kann angenommen werden, daß die Vorgänge noch elastisch sind. Goucher gelang es, dies an Hand umfangreicher Versuche nachzuweisen.

Um die für den Bau von Mikrofonen notwendigen Erkenntnisse der Eigenschaften von Gießstrecken zu ermitteln, wurden von uns zahlreiche Messungen an idealisierten Gießstrecken vorgenommen. Messungen der Abhängigkeit des Widerstandes von der Füllhöhe zeigten, daß mit zunehmender Füllhöhe, also steigendem statischen Druck, der Widerstand stark abnimmt. Aus den gemessenen Kurven läßt sich die Abhängigkeit des Widerstandes von der Kontaktkraft als

$$R = \text{const} \cdot P^{-0,7}$$

errechnen. Wird dem Gleichdruck ein Wechseldruck überlagert, so wird mit geringer werdendem Fülldruck die Aussteuerung immer größer.

Bei den Messungen zeigte sich, daß der Widerstand in Abhängigkeit von der Kontaktkraft dabei unabhängig von der Korngröße ist. Er ist lediglich durch die Gießseigenschaften, die insbesondere von der Vorbehandlung (Brenntemperatur) abhängen, gegeben. Die Gießse, die bei höherer Temperatur gegläht wurden, zeigen wegen der dann besser leitenden Kornoberfläche niedrigere Widerstände. Als Ausgangsstoff wird im allgemeinen Anthrazit genommen, also ein sehr schlechter elektrischer Leiter. Leitend ist im wesentlichen nur die beim Glühen an-

gelagerte äußerst dünne, sehr feinkörnige Oberflächenschicht.

Die Eigenschaften der Gießstrecke beim Auftreten von Wechseldruck wurden in einer besonderen, einer Mikrophonkammer ähnlichen Gießstrecke gemessen. Hierbei konnten die der Gießstrecke aufgedruckten Amplituden genau gemessen werden. Die Mehrzahl der Messungen wurde mit einer Amplitude der beweglichen Elektrode von etwa $0,07 \mu$ durchgeführt, was bei Zugrundelegung einer üblichen Mikrophonmembran einem Schalldruck von rd. $20 \mu\text{bar}$ entspricht. Die von der Gießstrecke abgegebene EMK stieg bis zu einer bestimmten Stromdichte proportional dieser an und näherte sich dann einem Sättigungswert. Dies wurde auf die bei größeren Stromdichten nicht mehr genügende Wärmeableitung durch den Gieß zurückgeführt, was auch durch Messungen mit größeren Elektrodendurchmessern, bei denen die Wärmeableitung naturgemäß schlechter sein muß, bestätigt wurde. Hier lag der Sättigungswert bereits bei geringerer Stromdichte. Durch in die Gießstrecke eingebaute Sonden konnte die Dämpfung der auf den Anfang der Gießstrecke gegebenen Wechseldruckamplitude an Hand der in den einzelnen Gießabschnitten auftretenden Widerstandsänderungen bestimmt werden. Dabei zeigte sich, daß die Druckwelle je Gießschicht um $0,3$ Neper gedämpft wurde. Man kann also die EMK eines Mikrophons nicht dadurch vergrößern, daß man die Gießstrecke in Richtung der Membranamplitude verlängert, da die weiter hinten liegenden Gießschichten infolge der geringen Aussteuerung praktisch zur EMK nicht mehr beitragen. Sie erhöhen lediglich noch den Widerstand des Mikrophons.

Der Klirrfaktor nimmt mit länger werdender Gießstrecke ab, nähert sich aber einem konstanten Wert, der von der Stromdichte im Gieß abhängig ist. Je größer die Stromdichte ist, desto größer ist auch dieser Endklirrfaktor, da dann zwischen EMK, Stromdichte und Widerstand keine linearen Beziehungen mehr bestehen.

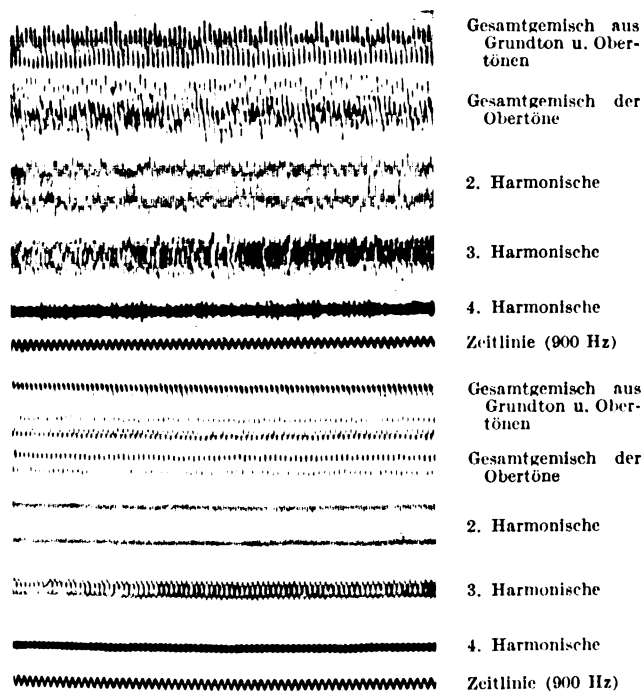
Die hier nur kurz angedeuteten Untersuchungen zeigen, daß ein Mikrophon so aufgebaut sein muß, daß bei einem möglichst konstanten Fülldruck über der ganzen etwa zehn Körnerschichten langen Kohlestrecke durch diese ein gleichmäßiger Strom fließt, der durch die geforderte Ausgangsleistung gegeben ist. Da die Mikrophone möglichst lagenunabhängig sein sollen, wurden in den letzten Jahren Tauchelektroden der verschiedensten Formen, die als Kegel oder zylindrische Kolben ausgebildet sind, verwendet. Die Kegelelektroden haben den Nachteil, daß an der Spitze eine sehr hohe Stromdichte auftritt, wodurch die nichtlinearen Verzerrungen, wie wir gesehen haben, sehr groß werden. Außerdem tritt durch elektrische Überlastung des Gießes ein starkes Rauschen und Prasseln auf. Die rein zylindrisch geformten Elektroden dagegen zeigten einen anderen sehr unangenehmen Effekt, den sogenannten Packeffekt, der auf zu geringe Fließbarkeit des Gießes zurückzuführen ist. Bei großen Amplituden, z. B. den Explosionslauten, wird der Gieß stark zusammengedrückt und bleibt infolge seiner geringen Fließbarkeit stehen, löst sich also von der beweglichen Elektrode ab. Er wird durch die nachfolgenden normalen Amplituden der Membran nicht mehr voll durchgesteuert; das Mikrophon arbeitet stark verzerrt und leise. Um diese Packeffekte zu vermeiden und doch eine gleichmäßige Stromdichte über der ganzen Gießstrecke zu gewährleisten, wurden Versuche mit den verschiedensten Elektrodenformen vorgenommen. Alle Formen hatten

¹⁾ Auszug aus einem Vortrag, gehalten vor dem VDE-Bezirk Berlin-Brandenburg, Fachgebiet „Leitungstelephonie und -telegraphie“, am 9. 12. 1937. — Mitteilung aus dem Zentrallaboratorium des Werkerwerkes der Siemens & Halske AG. — Der Vortrag erscheint vollständig demnächst im Europäischen Fernsprechdienst, wo auch eine größere Schrifttumszusammenstellung gegeben wird.

gemeinsam, daß nur schmale Stege, die eine Brückenbildung im Gieß nicht zuließen, sich gegenüberstanden. Als günstigste Form erwies sich eine sternförmig ausgebildete Elektrode.

Sowohl das Mikrophon mit Kegelelektrode als auch das mit Sternelektrode wurden in bezug auf Nichtlinearität eingehend untersucht. Dabei zeigte sich, daß die übliche Messung des Klirrfaktors oder des Kombinationsfaktors mit Sinustönen für die subjektiv empfundene Nichtlinearität eines Kohlemikrophons nicht unbedingt maßgebend ist. Abb. 1 zeigt eine Oktavsiebanalyse der vom

a



b

a Mikrophon mit Kegelelektrode b Mikrophon mit Sternelektrode

Abb. 1. Oktavsiebanalyse der Mikrophon-EMK beim Mikrophon mit Kegelelektrode und mit Sternelektrode.

Mikrophon abgegebenen Spannung kurz nach dem Einschalten eines 900 Hz-Tones bei einem Schalldruck von 40 μ bar. Man sieht, daß bei den Mikrophonen mit Kegelelektrode erhebliche Schwankungen sowohl des Gesamtgemisches als auch der einzelnen Obertöne auftreten, während diese Schwankungen bei den Sternelektrodenmikrophonen vollkommen fehlen. Beurteilt man die Nichtlinearität eines Mikrophons nach diesen Schwankungen, so ist deutlich die Überlegenheit der Sternelektrode gegenüber der Kegelelektrode zu erkennen. Die Schwankungen können dadurch erklärt werden, daß bei den ja meist recht losen Körnerfüllungen neben den gewollten elastischen Verformungen noch grobe Umlagerungen zueinander stattfinden. Diese werden beim Besprechen des Mikrophons wegen des dann stark schwankenden Schalldruckes noch krasser in Erscheinung treten als bei der oben angeführten Messung.

Ebenfalls ein sehr anschauliches Bild über diese instabilen nichtlinearen Verzerrungen ergibt ein von P. R. Braun angegebenes Verfahren. Hierbei wird das zu untersuchende Mikrophon zusammen mit einem Kondensatormikrophon in einer Druckkammer betönt. Die von beiden Mikrophonen abgegebenen Spannungen werden über Verstärker je einem Plattenpaar einer Braunschen Röhre zugeführt. Mit Hilfe eines Phasendreher, der in den Leitungszug des Kondensatormikrophons eingeschaltet ist, werden die Phasen der vom Kohlemikrophon und vom Kondensatormikrophon abgegebenen Spannungen so ein-

geregelt, daß sie in Phase sind, d. h. daß auf dem Schirm der Braunschen Röhre eine gerade Linie unter 45° entsteht. In Abb. 2 und 3 sind die so aufgenommenen Kennlinien für die beiden Mikrophone wiedergegeben. Bei geringen Schalldrücken und bei senkrechter Lage der Membran des Mikrophons zeigen beide Bilder nur stabile nichtlineare Verzerrungen, die sich auch durch den Klirrfaktor oder den Differenzton kennzeichnen lassen. Bei höheren Schalldrücken, insbesondere waagerechter Lage der Membran, sind deutlich Unterschiede in der Wirkungsweise der beiden Kohlemikrophone zu erkennen. Bei den Mikrophonen mit Kegelelektrode können die Gießkörner der Bewegung der Membran nicht mehr reversibel folgen. Es finden in der Gießstrecke Umordnungen statt, das Mikrophon arbeitet in jedem Augenblick auf einer

anderen Kennlinie.

Bei den Mikrophonen mit Sternelektrode sind derartige irreversible Verzerrungen nicht zu erkennen. Dagegen sind immer noch die z. B. durch den Klirrfaktor gekennzeichneten normalen nichtlinearen Verzerrungen vorhanden. Sie werden sich auch bei dieser Mikrophonart, die nach dem Längsstromprinzip arbeitet (Membranbewegung und Strom gehen in



Abb. 2. Kennlinien eines Mikrophons mit Kegelelektrode.

der gleichen Richtung), wegen der für die heutige Fernsprechnetzplanung geforderten großen Ausgangsleistung der Mikrophone nicht weiter herunterdrücken lassen.

Will man hier weiterkommen, so muß man auch für die Fernsprechmikrophone das bisher fast ausschließlich für hochwertige Kohlemikrophone angewendete Querstromprinzip be-

nutzen. Hierbei geht die Stromrichtung senkrecht zur Bewegungsamplitude der Membran. Man ist daher in der Gießstrecke nicht durch die mechanische Durchsteuerung beschränkt. Es steigt also beim Querstrommikrophon im Gegensatz zum Längsstrommikrophon mit der Verlängerung der Gießstrecke die abgegebene Leistung. Diese Mikrophone müssen jedoch zur Erzielung der notwen-

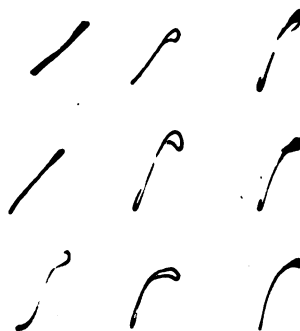


Abb. 3. Kennlinien eines Mikrophons mit Sternelektrode.

gen Ausgangsleistung eine hohe Gleichstromleistung aufnehmen können, also einen sehr hohen inneren Widerstand haben, da

1. das Querstromprinzip einen geringeren Wirkungsgrad als das Längsstromprinzip hat und
2. bei geringer Stromdichte gearbeitet werden muß, so daß EMK, Widerstand und Stromdichte linear voneinander abhängen, also geringe nichtlineare Verzerrungen auftreten.

Wie die in Abb. 4 wiedergegebenen Aufnahmen mit der Braunschen Röhre zeigen, ist das Mikrophon sehr arm an nichtlinearen Verzerrungen. Wegen des hohen inneren Widerstandes können die Mikrophone jedoch nicht

ohne weiteres in den bisherigen Fernsprechapparate-Schaltungen verwendet werden.

Neben der Herabsetzung der nichtlinearen Verzerrung mußte bei den neuen Mikrofonen auch eine wesentliche Verbreiterung des wirksam übertragenen Frequenzbandes erstrebt werden. Beim Sternelektrodenmikrofon, das eine Kohlemembran mit einem kleinen Kolben als Elektrode hat, hat die Membran eine ausgesprochene Eigenresonanz. Die Frequenzkurve wurde durch zwei Helmholtz-Resonatoren, die vor der Membran angeordnet sind, ausgeglichen. Der eine der Resonatoren liegt bei etwa 900 Hz und wurde durch ein Gitter, das in die Öffnung eingelegt ist, stark gedämpft. Der zweite Resonator ist die Einsprache; ihre Eigenresonanz liegt am oberen Ende des übertragenen Frequenzbandes.

Beim Querstrommikrofon ist eine derartige Entzerrung der Frequenzkurve nicht notwendig, da hier die Eigenfrequenz des gesamten Systems infolge der geringen Masse der Membran — es wird eine geprägte Aluminiummembran verwendet — und der großen Steifigkeit des hinter der Membran liegenden Gießpolsters sowie außerhalb des für die Fernsprechtechnik notwendigen Frequenzbandes liegt. In Abb. 5 sind die Frequenz-

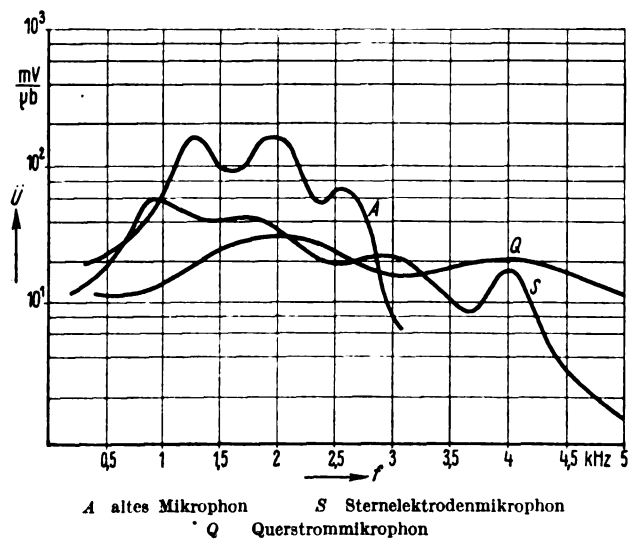


Abb. 5. Frequenzkurven der Mikrophone. A altes Mikrophon S Sternelektrodenmikrophon Q Querstrommikrophon

kurven der beiden neu entwickelten Mikrophone im Vergleich zu einem heute gebräuchlichen Mikrophon dargestellt.

Um die verbesserten Eigenschaften der Mikrophone voll zur Geltung kommen zu lassen, mußte auch das Frequenzband des Fernhörers wesentlich nach höheren Frequenzen erweitert werden. Die Hauptaufgabe war dabei, eine Membran zu finden, die bei großer Steifigkeit nur eine geringe Masse hat, so daß die Eigenfrequenz des Gesamtsystems möglichst hoch liegt. Dieses wurde durch eine ähnlich einer Lautsprechermembran verformte Kolbenmembran aus 50 μ starkem Aluminium erreicht. Die Eigenresonanz der Membran wird dabei durch eine nur bei den großen Amplituden in der Resonanz wirkende

Lufttreibungsdämpfung so stark gedämpft, daß sie nur noch wenig über das Gesamtniveau hinausragt. Abb. 6 zeigt die Frequenzkurve des neuen Telefons im Vergleich mit den bisher üblichen Telefonen mit Eisenmembran. Da die Steifigkeit der Kolbenmembran wesentlich größer ist als die der bisher verwendeten Eisenmembranen, mußte auch der Wirkungsgrad des magnetischen Systems verbessert werden, um die Lautstärke der bisher gebräuchlichen Telephone auch beim neuen Telefon beizubehalten. Dies gelang durch Anwendung eines

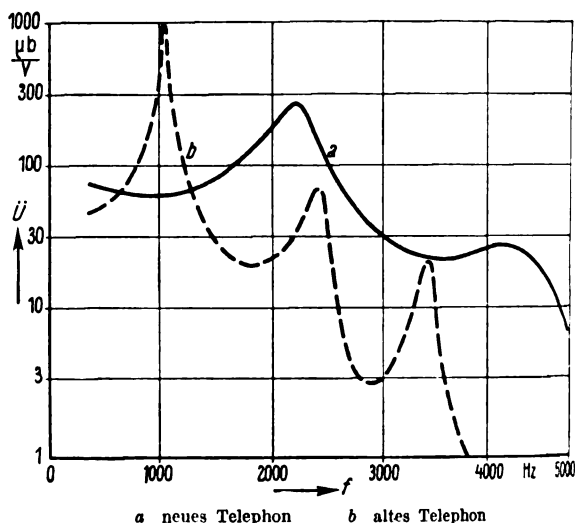


Abb. 6. Frequenzkurven der Telephone. a neues Telefon b altes Telefon

konzentrischen Systems an Stelle der bisher verwendeten zweipoligen Systeme und durch Trennung des Gleich- und Wechselstromweges. Durch Ankopplung der Magnete im Nebenschluß (Abb. 7) wurde erreicht, daß der größte Teil des magnetischen Widerstandes des Systems im Luftspalt liegt. Wie eine Messung der Verteilung der Wechselströme im alten und neuen System ergeben hat, gehen hier rd. 90 % des Wechselstromes durch die Membran, während beim alten System nur etwa 19 % wirksam waren.

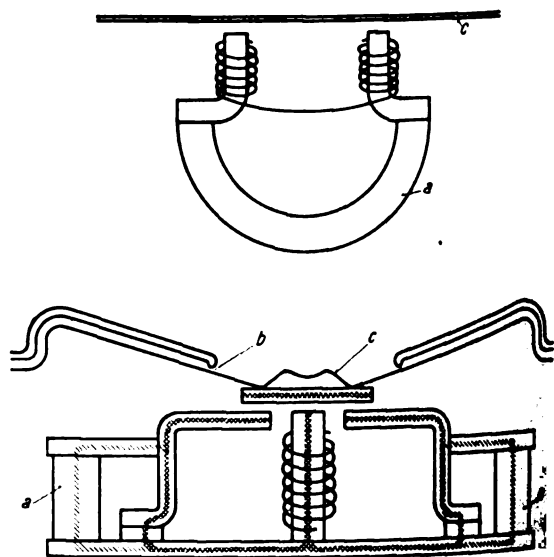


Abb. 7. Aufbau des alten und neuen Telefons. a Magnet b Luftspalt zur Erzielung der Lufttreibungsdämpfung c Membran

Wieweit es gelungen ist, mit dem neu entwickelten Sternelektrodenmikrofon und dem Leichtmembran-telefon den Übertragungsbereich der nach den Empfehlungen des CCIF gebauten Fernleitungen auch tatsächlich

auszunutzen, zeigt Abb. 8. Hier sind die Kurven des Übertragungsmaßes der gesamten Verbindung in Abhängigkeit von der Frequenz in das vom CCIF empfohlenen Toleranzschema eingezeichnet. Während die alte deutsche Verbindung von dem gesamten zur Verfügung stehenden

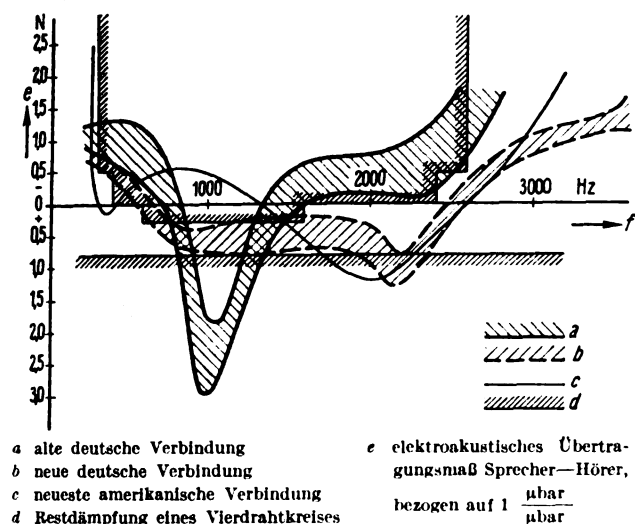


Abb. 8. Gesamtübertragungskurven der alten und neuen Verbindung.

Übertragungsbereich der Leitungen nur einen schmalen Bereich wirksam überträgt, erfüllt die neue Verbindung weitgehend die für die Leitung geltenden Bedingungen. Auch die neueste uns bekanntgewordene amerikanische Kurve ist eingezeichnet und zeigt, daß auch dort die Entwicklung der Teilnehmerapparate ähnliche Fortschritte gemacht hat.

In der an den Vortrag sich anschließenden Aussprache wurde über die Frage der Leistungsaufnahme und -abgabe des Querstrommikrophons im Vergleich zu

dem im Vortrag beschriebenen Längsstrommikrophon mit Sternelektroden gesprochen. Die aufgenommene Gleichstromleistung ist beim Querstrommikrophon entsprechend seinem höheren Widerstand etwa viermal so groß wie bei den üblichen Längsstrommikrophonen. Die Sendebezugsdämpfung ist etwa um $\frac{1}{2}$ Neper größer als die eines normalen Fernsprechk mikrophones, wenn der Besprechungsabstand bei beiden Mikrofonen der gleiche ist. Die Entwicklung des Querstrommikrophons für Fernsprechzwecke kann noch nicht als abgeschlossen gelten. Die im Vortrag angestellten Betrachtungen sollen zeigen, welche Wege noch offen stehen, um über das schon sehr gute Längsstrommikrophon hinaus die nichtlinearen Verzerrungen bei den Fernsprechk mikrofonen noch weiter zu verringern. Um solche Mikrophone jedoch praktisch einführen zu können, ist noch eine große Zahl von Aufgaben zu lösen.

Zusammenfassung.

Wirkungsweise und Eigenschaften des Kontaktmikrophons konnten an Hand von Untersuchungen am Einzelkontakt und an Gießstrecken weitgehend geklärt werden. Diese Untersuchungen und solche über Fließbarkeit des Gießes und Einfluß der Elektrodenform auf die für Kohlemikrophone typischen instabilen nichtlinearen Verzerrungen führten zu einer neuen Ausbildung des bisher allgemein für Fernsprechzwecke verwendeten Längsstrommikrophons. Darüber hinaus konnten Frequenzband und Nichtlinearität durch Anwendung des bisher für hochwertige Mikrophone geringer Empfindlichkeit verwendeten Querstromprinzips verbessert werden. Beide Mikrophonarten ergeben eine gute Wiedergabe des für die Übertragung der menschlichen Sprache notwendigen Frequenzbandes, wie an Hand zahlreicher Messungen über den Einfluß der Frequenzbandbeschränkung auf Natürlichkeit und Verständlichkeit gezeigt werden kann. Da auch das Frequenzband des Fernhörers in den letzten Jahren stark erweitert werden konnte, kommen die verbesserten Eigenschaften der neu entwickelten Mikrophone in der Gesamtverbindung zur Auswirkung.

Die neuen Prüfvorschriften für Hochleistungsschalter.

Gegenüberstellung der IEC-56, R.E.H. und BSS.

Von W. Kaufmann, Berlin.

Übersicht. Das Jahr 1937 brachte drei neue Prüfvorschriften für Hochleistungsschalter. Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC), die ihr Komitee 17 mit der Aufstellung von Prüfvorschriften beauftragt hatte, stimmte in mehrjähriger Arbeit die Interessen der zehn beteiligten Länder so weit aufeinander ab, daß im vergangenen Jahr die erste Ausgabe der „IEC Specification for Alternating-Current Circuit-Breakers“, Publication 56 (abgekürzt IEC-56), erscheinen konnte. Hierauf wurden auch in Deutschland und England die aus dem Jahre 1929 stammenden nationalen Vorschriften überarbeitet, und so erschienen noch im Jahre 1937 in Deutschland die „Regeln für Wechselstrom-Hochspannungsgeräte“, nachstehend kurz R.E.H. genannt (VDE 0670/1937), und in England die „British Standard Specification for Oil-Circuit-Breakers for Alternating-Current Circuits“ Nr. 116/1937 (abgekürzt BSS). Um nun dem Fachmann, welcher die Vorschriften zur Prüfung, zum Verkauf und Auswahl von Hochleistungsschaltern benutzen muß, das Verständnis der recht umfangreichen und nicht in allen Punkten durchsichtigen Vorschriften zu erleichtern, sollen diese in der nachstehenden Arbeit erläutert werden. Hierbei wird sich ergeben, daß die drei genannten Prüfvorschriften in ihren Grundzügen übereinstimmen. Wo noch Unterschiede vorhanden sind, sollen diese gezeigt und begründet werden.

621. 316. 57. 022. 001. 4 (083. 133)

Aufbau der Vorschriften.

Während die R.E.H. und die BSS alle für Prüfung und Betrieb wichtigen Bestimmungen umfassen, so vor allem die für den normalen Betrieb hinsichtlich der Spannung (Prüfspannung mit Wechsel- und Stoßspannung, Schlagweiten) und hinsichtlich des Nennstromes (Erwärmung), bezieht sich IEC-56 vorerst nur auf die Kurzschlußbedingungen. Nachstehend werden wir uns ebenfalls nur auf diese beschränken, wobei allerdings die in den R.E.H. recht ausführlich gegebenen Auswahlbestimmungen und die Regeln für die Kurzschlußstromberechnung gestreift werden müssen, da ihnen ein bestimmender Einfluß auf die Begriffsklärung der Nenngrößen und auf die Prüfung der Schalter zukommt. Eine Ergänzung der IEC-56 in dieser Hinsicht wird daher eine der nächsten Aufgaben der in diesem Jahr in Aussicht genommenen IEC-Besprechungen sein.

Die wesentlichen Schwierigkeiten, die bei der Aufstellung international gültiger Regeln für Kurzschlußbedingungen zu überwinden waren, liegen an den grundsätzlich verschiedenen Betriebsverhältnissen, welche durch

1. VDE 0670/1937 (R.E.H.)	2. I E C Publication 56 — 1937: Specification for Alternating-current Circuit Breakers.	3. BSS Nr. 116 — 1937 British Standard Specification for Oil-immersed Switches and Circuit Breakers for Alternating-current Circuits.	4. SEV — 1924 Richtlinien für die Wahl von Schaltern in Wechselstrom-Hochspannungsanlagen.	5. A I E E Nr. 19 A — July 1936: Report on Revision of Oil Circuit Breaker Standards. (National Electric Manufacturers Ass.)	6. NEMA Publication 36 bis 38 Dec. 1936 Oil circuit Breaker Standards. (National Electric Manufacturers Ass.)
a) Nenn-Ausschaltvermögen	§ 9 b) Nennauschaltvermögen = Nennauschaltstrom* bei einer wiederkehrenden Spannung gleich der Nennspannung, unter den in § 39 vorgeschriebenen Bedingungen f) g) k).	§ 21: Rated Breaking - capacity = Ausschaltstrom bei wiederkehrender Spg. (recovery-voltage) gleich Nennspannung (rated service-voltage). Zwei Werte: a) Rated symmetrical breaking capacity ausgedrückt durch den symmetr. Ausschaltstrom (sym. breaking-current), wie R.E.H.; b) Rated asymmetrical breaking capacity ausgedr. durch den asymmetr. Ausschaltstrom (asym. breaking-current) wie R.E.H. Außerdem können noch Werte des A. V. bei abweichender wiederk. Spg. angegeben werden (Addition Information § 27).	nicht definiert	207) Rated Interrupting Capacity = höchster Effektivstrom (rms current) bei einer angegebenen Spg. (specified voltage), den der Schalter bei der Prüfschaltfolge (operating duty specified) und einer wiederk. Spg. (restored voltage) gleich der angegebenen Betriebsspg. (operating voltage) unterbrechen soll.	SG 6—34) Interrupting capacity rating = totale Effektiv-Ampere (rms total amperes) bei der Nennspannung (rated voltage), angegeben als Effektivwert einschl. Gleichstromglied. SG 6—40) Standard steps of Interrupting - capacity - ampere rating.
b) Nenn-ausschaltleistung	§ 9 b) Nennauschaltleistung = Nennauschaltstrom $\times$ Nennspannung (wiederk. Spg.) $\times$ Verkeittungszahl ($\sqrt{3}$). § 21a: Jeder Schalter muß seine N.A.L. auch b. d. 1,15 fach. Nennspg. beherrschen. Unterhalb Nennspg. gilt N.A.L., bis d. Grenzausschaltstr. erreicht ist. Bei kleineren Spannungen A.L. = Grenzausschaltstrom $\cdot U \cdot \sqrt{3}$.	57) Rated MVA = $1,73$ (oder 1) $\times$ Rated Symmetrical Breaking Current $\times$ Rated Service Voltage. Standard 3-Phase MVA Breaking-capacity Ratings: 750, 1000, 1500, 2500 MVA.	nicht definiert	208) Rated Interrupting KVA = bel einer angegebenen Spg. (at a specified voltage) ist das Produkt von Nennauschaltvermögen (rated int. capacity), „Spannung“ und Verkeittungszahl (phase factor).	SG 6—34) Three-phase KVA-rating = Nennauschaltstrom (rated int. amperes) $\times$ Nennspannung (rated voltage) $\times$ factor 1,73. (Kann zusätzlich angegeben werden.)
c) Spannung	§ 7 b) Nennspannung ist die genormte Spannung, nach der das Schaltvermögen bemessen ist.	§ 20: Rated (service) Voltage = Höchste Netzspannung (RMS voltage of the system), für die der Schalter verwendet werden kann. In Netzen mit IEC-Nominalvoltage ist die Rated service-voltage = der IEC-Maximumvoltage.	Betriebsspannung = höchste am Verwendungsort herrschende Spannung, zwischen den Außenleitern gemessen.	201) Rated voltage of Circuit Breaker = höchste Effektivspannung (rms voltage), bei welcher der Schalter arbeiten soll.	SG 6—32) Voltage Ratings : Bis 15 kV: Maximum Voltage Ratings 5; 7,5; 15 kV. Über 15 kV: Werte liegen 15% über den IEC-Nominal Voltages und den „Genormten Betriebs-spannungen“ des VDE.
d) Wiederkehrende Spannung	§ 8 h) Wiederkehrende Spannung = Effektivwert der Grundwelle der Spannung zwischen den Leitern nach der endgültigen Ausschaltmittelwert. Auswertung: Für die Zeitdauer einer Halbwelle, beginnend eine Halbwelldauer nach Löschung.	§ 5, § 44: Recovery-voltage = RMS value of the voltage of service frequency after final arc-extinction. Ausgedrückt als Spannung zwischen den Leitern (wie R.E.H.) oder in % der rated service-voltage. Bei Prüfschaltfolgen nicht unter 95% d. festgelegten wiederk. Spg. Bei mehrpol. Schaltern gilt Mittelwert. Auswertung: wie R.E.H.	Abschaltspannung = Effektivwert der Spannung, welche bei der Abschaltung an der unter Spg. verbleibenden Leitung auftritt, unmittelbar nachdem die Abschaltlichtbogen in allen Phasen erloschen sind. Sie kann gleich oder bedeutend kleiner sein als die Betriebsspannung.	207) Restored voltage soll gleich angegebener Betriebsspannung (operating voltage) sein. Bis zu 85% der Betriebsspannung ist dort zulässig, wo durch die Verhältnisse des Prüffeldes begrenzt.	SG 6—37) Recovery voltage . Fußnote zu den Prüfschaltfolgen: „Es versteht sich, daß ein zufriedenstellender Betrieb des Schalters erhalten wird... bei wiederkehrenden Spannungen, wie sie normalerweise in Praxis angetroffen werden.“
e) Ausschaltstrom	§ 8 f) Symmetrischer A. = Effektivwert des Wechselstromanteils des Kurzschlußstroms b. Schaltstrecke. Asymmetrischer A. = Effektivwert d. Gesamtstromes (Wechsel- u. Gleichschaltstrom) im Augenblick der Schaltleistung. Der größte der beiden Werte.	§ 7, § 92: Breaking Current = Strom bei Kontakttrennung. 2 Werte: a) Symmetrical breaking current: Wie R.E.H. für den Mittelwert zwischen den Leitern. 10% nicht überschreiten. b) Asymmetrical breaking current: Ddr. wie R.E.H.	Abschaltstromstärke = Effektivwert des Wechselstromanteils, der bei der Abschaltung im Moment der Öffnung der Kontakt (durch den Schalter fließt*).	207) Rated Interrupting Current = Effektivwert des Stromes, enthaltend die Gleichstromkomponente (d-c component), bei Kontakttrennung.	SG 6—34) RMS total amperes, außerdem: Grenzstrom (maximum current int. rating at reduced voltage in r. m. s. total amperes)*. Wert d. Ausschaltstroms, wie der d. Schaltstrom, welcher die Stromumhüllenden bei der Stromschwingung bei Kontakttrennung, die Spannung abnimmt. SG 6—40) Standard steps of interrupting capacity siehe Abb. 5.

l) Unsymmetrie	§ 30) Symmetrisches Ausschaltvermögen: Gleichstromanteil d. Kurzschlussstromes bei Schaltzeitraum höchstens 20% des Scheitelwertes des Wechselstromanteils. Unsymmetrisches Ausschaltvermögen: Gleichstromanteil des Kurzschlussstromes soll in 1. Leiter mindestens 50% des Scheitelwertes d. Wechselstromanteils betragen.	§ 43: Wie R.E.H. „symmetrisch“ für die Prüfschaltfolge 5).	93) Grundsätzlich wie IEC. Folgende Abweichungen bestehen für dreipolige Schalter über 500 MVA: Nur symmetrische Prüfung: mehr als 20% Unsymmetrie zulässig unter der Bedingung, daß von der gemessenen wiederkehrenden Spannung nur ein Teil („Active Recovery Voltage“) dieser Prüfung an gerechnet wird. 100) Active Recovery Voltage = ein vom $\cos \varphi$ und von der Höhe des Gleichstromgliedes bei Lichtbogenlöschung abhängender Teil der gemessenen wiederkehrenden Spannung (Figur 101). Für unsymmetrische Prüfung: Es genügt, wenn der Mittelwert aus den bei den 3 Schaltungen der Prüfschaltfolge auftr. höchsten Gleichstromgliedern größer als 50% ist.	Keine Angaben. In Praxis immer unsymmetrisch (mehr als 50% Gleichstromglied).	Keine Angaben
g) Kurzschlußphasenverschiebung φ	§ 39) $\cos \varphi$ des Prüfstromkreises soll 0,15 nicht überschreiten.	§ 41: Short-circuit power-factor: Bei mehrpoligen Stromkreisen Mittelwert des $\cos \varphi$ der einzelnen Leiter, welcher 0,15 nicht überschreiten soll (Abweichung höchstens 25%).	96) Short-circuit Power-factor: Grundsätzlich wie IEC. Abweichung bei dreipoligen Schaltern über 500 MVA: Leistungsfaktor darf bis 0,3 betragen, auch bei Schaltfolgen 1 u. 2 (vergl. k).	Alle Angaben über zulässige Abschaltstromstärken sollen sich auf einen $\cos \varphi$ unter 0,4 beziehen.	Keine Angaben
h) Frequenz	(Es soll noch ein Hinweis aufgenommen werden, daß die für 50 Hz angegebenen Abschaltleistungen nicht für 16$\frac{2}{3}$ Hz gelten).	§ 45: Frequency: Prüfung bei Nennfrequenz. Toleranz $\pm 25\%$.	101) Wie IEC.	Es kann angenommen werden, daß zwischen 25 und 50 Perzent kein wesentlicher Unterschied besteht.	Keine Angaben
i) Nenn-Einschaltvermögen	§ 9) Nenn-Einschaltvermögen = Einschaltstrom bei der Nennspannung § 8 c) Einschaltstrom = Stokkurzschlußstrom (höchster Scheitelwert d. Gesamtstroms). Bei mehrpoligen Schaltern gilt der größte. § 21 b) Ist auf dem Leistungsschild nichts anderes angegeben, so gilt als Nenn-Einschaltvermögen der $1,8 \cdot \sqrt{2} = 2,5$fache symmetrische Nennauschaltstrom.	§ 10, 22: Rated Making-capacity = wie R.E.H. § 9, 34: Making-current = wie R.E.H. § 22: Bestimmung über Angabe des N. E. entspricht genau § 21 b) der R.E.H.	nicht definiert (Anfangs-kurzschlußstrom ist der Effektivwert des Wechselstromanteils, der bei Abwesenheit von Stützeinflüssen im ersten Moment des Kurzschlusses auftritt).	206) Rated Making Current = höchster Scheitelwert (Maximum peak value) des Stromes, den der Schalter ohne Ver-schweißung oder unzulässige Beschädigung der Kontakte einschalten kann.	Keine Angaben
k) Prüfschaltfolgen	§ 39) $A - t - E - t - A - t - E - A'$ t = etwa 3 Minuten A = Ausschaltvorgang (engl. = B, amerik. = O) E = Einschaltvorgang (engl. = M, amerik. = C) A' = Ausschaltvorgang mit verminderter Leistung.	§ 25: Rated Operating-duties: a) $0-3'-CO-3'-CO$; b) $CO-15''-CO$; § 43: Test-Duties 1)-3): $0-3'-O-3'-O$ oder $0-15''-O$ mit 10, 30 u. 60% des symm. Ausschaltvermögens. § 43: Test-Duty 4): $0-3'-CO-3'-CO$ oder $CO-15''-CO$ in mindestens 100% symm. Ausschaltvermögen. Kann zerlegt werden in $CO-3'-O$ oder $CO-15''-O$ und $O-3'-O$ oder $O-15''-O$. § 43: Test-Duty 5): $0-3'-O-3'-O$ oder $O-15''-O$ m. mind. 100% d. unsymm. Ausschaltvermögens.	98) Standard Type-Test Duties, wie IEC Test Duties, jedoch nur drei Minuten Schaltpause und zulässige Abweichungen laut: d) f) g).	$A - 1' - EA - 1' - EA$ A = Abschalten m. d. zulässigen Abschaltstromstärke E = Einschalten eines den „zulässigen“ Wert nicht überschreitenden Anfangs-kurzschlußstromes.	209) Standard operating duty: $CO-15''-CO$ = Einschaltung, unmittelbar gefolgt von Ausschaltung ohne absichtliche Verzögerung. SG 6-37) Duty Cycles for Stand. and Reclosing Service: Es wird f. versch. Schaltfolgen, die aus mehreren Gruppen v. Einheits-schaltungen m. verschiedenen, langen Pausen bestehen, der Abschaltstrom in % v. Stand. Interr. Rating angegeben, der jeweils bewältigt werden kann.
l) Verhalten nach dem Ausschalten	§ 39) Nach den Schaltfolgen muß Schalter noch in der Lage sein, den Nennstrom zu führen.	§ 29 b: Standard conditions of Behavior: Nach der Prüfschaltfolge soll der Schalter fähig sein, den Nennstrom bei Nennspannung einzuschalten, zu führen und zu unterbrechen.	90) Wie IEC, 29).	Keine Angaben	210) Am Ende der Schaltfolge soll der Schalter fähig sein, den Nennstrom bei der Nennspannung während einer begrenzten Zeitspanne, aber evtl. mit Überschreitung d. zulässigen Temperatur, zu führen.
m) Bemerkung	*) Der symmetrische Nennauschaltstrom ist für alle Schalter zu bestimmen, der unsymm. N. A. Str. außerdem f. Schalter, deren Mindestschaltverzug $< 0,1$ s ist.	*) Die „Stated Voltage“ ist je nach Leistung verschieden, siehe unter d). †) Bilder des engl. Textes.	*) „Verläuft der Strom im Abschaltmoment asymmetrisch, so wird nur der Wechselstromanteil berücksichtigt, da der darüber gelagerte Gleichstromanteil den Abschaltvorgang nicht erschwert, sondern u. U. sogar erleichtert.“	*)	*)



die verschiedenartige Erdung des Sternpunktes von Generatoren und Transformatoren bedingt sind. Infolge der größeren Störungshäufigkeit und der dadurch erforderlichen sehr schnellen Abschaltung von Kurzschlüssen wurde die Prüfung von Schaltgeräten in den V. S. Amerika wie auch in England von Anfang an mit unsymmetrischen Wechselströmen vorgenommen, was gleichzeitig den Vorteil hatte, daß man aus einer bestehenden Prüf-anlage einen Höchstwert an Leistung entnehmen kann. Demgegenüber war auf dem europäischen Festland die Grundlage der Prüfung ein symmetrischer Wechselstrom, wie er im Betrieb bei größerem Schaltverzug ausschließlich vorkommt. Die Schwierigkeiten wurden von der IEC dadurch überwunden, daß Abschaltungen mit symmetrischen und unsymmetrischen Strömen in die Prüf-vorschrift aufgenommen wurden, wobei aber die ersteren die Grundlage für die Prüfung bilden.

In IEC-56 erscheint zunächst für unseren Sprachgebrauch die Einteilung der Bestimmungen in „Rating“ und „Type tests“ schwer verständlich. Der Begriff „Rating“ faßt alle Schaltergrößen zusammen, für die ein Gerät bemessen, gebaut und benannt ist. Man kann es daher am besten mit „Nennwertung“ übersetzen, welcher Ausdruck auch in den R.E.H. § 7 für die Zusammenfassung aller Nenngrößen eingeführt wurde. In den „Rules for Rating“ der IEC-56 werden im wesentlichen die Definitionen der Nenngrößen gegeben, wie z. B. Nenn-(Betriebs-) Spannung, Nennausschaltvermögen, Nenneinschaltvermögen, welche auch in den deutschen und englischen Vorschriften enthalten sind. In dem zweiten Teil der Bestimmungen „Rules for Type-tests“ werden dann genaue Richtlinien gegeben, wie die Typenprüfung von Hochleistungsschaltern durchgeführt werden soll.

Die BSS¹⁾ unterscheiden sich schon äußerlich von den beiden vorgenannten Vorschriften dadurch, daß sie in zwei Teile für Schalter bis 500 MVA und für solche über 500 MVA aufgeteilt sind. Der erste Teil lehnt sich weitgehend an die IEC-56 an. Im zweiten Teil sind dagegen

in bewußter Erweiterung der IEC-56 Regeln für Schalter über 500 MVA angegeben, wobei der Versuch gemacht wird, die Prüfung solcher Schalter mit den tatsächlich zur Verfügung stehenden Prüfeinrichtungen in Übereinstimmung zu bringen. Wie weit dies gelungen ist, soll im letzten Abschnitt dargelegt werden.

Von den übrigen zur Zeit gültigen Schaltvorschriften sind noch die beiden amerikanischen Vorschriften: AIEE Nr. 19 a — 1936 „Report on revision of oil circuit breaker standards“ und NEMA-publication 36—38, 1936 „Oil-circuit breaker standards“ wichtig, da sie zu einer Zeit herausgegeben wurden, als IEC-56 im Entwurf fertig vorlag. Es ist bedauerlich, daß in diesen amerikanischen Vorschriften auf die Arbeiten der IEC-Kommission in keiner Weise Rücksicht genommen wurde. Die Prüfungen werden nur mit unsymmetrischem Strom ausgeführt, wobei jedoch genauere Angaben über Gleichstromglied, $\cos \varphi$ oder wiederkehrende Spannung fehlen.

Um die Übersicht über die vielen einzelnen Bestimmungen zu erleichtern und einen Vergleich derselben für die verschiedenen Vorschriften zu ermöglichen, wurden sie in Form einer Tafel (S. 554/555) zusammengestellt²⁾. In der ersten Spalte sind die R.E.H. angeführt, wenn sie auch nicht zeitlich die ersten der drei behandelten Vorschriften waren. Auf die dort recht ausführlich angeführten Bestimmungen wird in den späteren Spalten, soweit Übereinstimmung besteht, durch die Bemerkung verwiesen „wie R.E.H.“. Außer den drei behandelten Vorschriften sind in die Tafel auch die „Richtlinien für die Wahl von Schaltern in Wechselstrom-Hochspannungsanlagen“, SEV 1924, die sog. „schweizerischen Richtlinien“ aufgenommen, da sie in vielen Punkten die Grundlage für die spätere Entwicklung der Prüfvorschriften bildeten.

Soweit es sich um fremdsprachliche Vorschriften handelt, wurden in der Tafel die Hauptbegriffe in der Ursprache eingesetzt, um den Vergleich mit dem Originaltext zu ermöglichen, falls dieser zum Studium herangezogen werden soll. (Schluß folgt.)

¹⁾ C. C. Garrard, Electrician 120 (1938) S. 95. Ref. S. 565 dieses Heftes.

²⁾ Bearbeiter der Tafel war Herr H. Cron.

Leistungsfaktor-Verbesserung im Hochspannungsnetzbetrieb der Nordostschweizerischen Kraftwerke (NOK).

621. 311. 153 (494)

Der mittlere Jahresleistungsfaktor im Netz der NOK betrug 1925/26 nur 0,66 nachteilend an den Erzeuger- bzw. Fremdstrom-Bezugsstellen und 0,65 nachteilend an den Übergabestellen für die Verteilerwerke¹⁾. Von den bekannten Nachteilen zu hoher Blindstrombelastung²⁾ wurde besonders nachteilig empfunden, daß, um zahlreiche Laufwasserkraft während der Sommermonate voll ausnutzen zu können (Beaufschlagung der Generatoren nur mit Wirkstrom), das Wäggitalwerk in dieser Zeit zur zentralen Blindleistungserzeugung in sehr großem Ausmaße herangezogen werden mußte (Erzeugung von 66 000 kVA durch vier als Phasenschieber leerlaufende Generatoren). Das ergab neben ungewöhnlicher Blindstrombelastung der Fortleitungsanlagen zugleich eine sehr störende Minderung der Betriebsstabilität³⁾.

Zur Beseitigung dieser Nachteile wurden von den NOK erstens in einigen Hauptverteilpunkten des Netzes Blindleistungsmaschinen mit Leistungen von 3000 bis 10 000 kVA aufgestellt und zweitens die Verteilerwerke durch Einfügung von $\cos \varphi$ -Klauseln in die Stromlieferungsverträge zur ver-

brauchsnahen Blindleistungserzeugung (teils durch umlaufende Phasenschieber, vorzugsweise aber durch statische Kondensatoren) verpflichtet. Insgesamt gelangten zum Einbau:

Kondensatoren für Hoch- und Niederspannung	17 100 kVA
Blindleistungsmaschinen	21 700 „
Umlaufende Phasenschieber, die zugleich mechanische oder elektrische Leistung abgeben ⁴⁾	5 500 „
gesamte Blindleistung	44 300 kVA

Die den Verteilerwerken gewährte Entschädigung für minderbezogene Blindarbeit, vorsehend einen mittleren Mindest-Jahresleistungsfaktor von 0,8 nachteilend während der Hauptbelastung, beläuft sich z. Z. auf rd. 290 000 RM/Jahr. Durch Einbau eines weiteren, für besonders große Scheinleistung bemessenen Generators im Kraftwerk Beznau konnte die dort aufgestellte Blindleistungsmaschine von 10 000 kVA wieder stillgesetzt werden. Durch Vergrößerung des 150 kV-Netzes stand dem Netzbetrieb eine weitere Blindleistung von 9000 kVA (Ladeleistung vermindert um die Magnetisierungsleistung der 150/50 kV-Umspanner) zur Verfügung. Infolge der während der Bauzeit sinkenden Kondensatorenpreise auf weniger als die Hälfte der angenommenen Beträge überstieg das wirtschaftliche Ergebnis der Leistungsfaktor-Verbesserung das in den Planungen voraus berechnete beträchtlich. H. Schz.

⁴⁾ Vgl. VDE-Fachber. 7 (1935) S. 21.

¹⁾ A. Hauser, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 29 (1938) S. 73; 3½ S., 6 Abb.

²⁾ ETZ 56 (1935) S. 501; 57 (1936) S. 207; 58 (1937) S. 184, 709 u. 1121; AEG Mitt. (1936) S. 146; Elektrotechn. u. Masch.-Bau 54 (1936) S. 419; Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 27 (1936) S. 653; 28 (1937) S. 229; Electr. Wld., N. Y. 104 (1934) S. 942, 106 (1936) S. 3488 u. 3899; Gen. Electr. Rev. 39 (1936) S. 466; Electr. J. 34 (1937) S. 103; Siemens-Z. 9 (1937) S. 461.

³⁾ Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 28 (1937) Nr. 22.

Das Wasserkraftwerk Rincón del Bonete am Rio Negro in Uruguay.

Von Georg Gormann, Berlin.

621. 312. 21 (899)

Übersicht. Der bauliche und insbesondere elektrische Teil des von der deutschen Industrie errichteten Wasserkraftwerkes am Rio Negro in Uruguay wird beschrieben und auf die besondere Bedeutung des neuen Werkes in Hinblick auf die Zusammenarbeit mit bestehenden Elektrizitätswerken hingewiesen.

Wasserführung des Rio Negro.

Uruguay hat weder Kohle noch Öl und war deshalb darauf angewiesen, die für die Erzeugung elektrischer Energie erforderlichen Brennstoffe vom Ausland zu beziehen. Es ist deshalb sehr verständlich, daß man seit langem bemüht war, den größten Fluß Uruguays, den Rio Negro, zur Krafterzeugung zu benutzen. Der Rio Negro entspringt in Brasilien und fließt — von Nordosten kommend — in südwestlicher Richtung quer durch Uruguay und mündet in den Rio Uruguay, den Grenzfluß zwischen Uruguay und Argentinien. Seine Wasserführung schwankte zwischen 20 und 9000 m³/s, letztere bei Katastrophenhochwasser. Das Jahresmittel der Wasserführung liegt bei etwa 444 m³/s. Als Vergleich möge dienen, daß der Rhein oberhalb der Aaremündung 435 m³/s, bei Basel 1000 m³/s und die Donau bei Passau 630 m³/s führen.

Nach vielen Untersuchungen beschloß die uruguayische Regierung unter ihrem tatkräftigen Präsidenten Terra, den Rio Negro in der Nähe von Paso de los Toros — auch Santa Isabel genannt —, etwa 250 km nördlich von Montevideo am Rincón del Bonete, durch eine etwa 30 m hohe Staumauer zu einem See von annähernd 140 km Länge und rd. 30 km Breite aufzustauen und dadurch nicht nur elektrische Energie zu erzeugen, sondern

zurichten, daß der Stau später bis auf + 83 erhöht werden kann. Der Stausee wird bei + 83 eine Oberfläche von 1400 km² und einen Inhalt von 15 Mrd m³, also 15 km³, erhalten, während sein Inhalt bei Stau + 80 etwa 11,4 Mrd m³ beträgt.

Auf Grund eines ausführlichen Gutachtens von Prof. Ludin von der T. H. Berlin erließ die uruguayische Regierung eine Ausschreibung, die im April 1937 zum Abschluß des Vertrages mit einem deutschen Konsortium führte¹⁾.

Baulicher Teil.

Die nachstehende Beschreibung soll nur in ganz großen Zügen einen Überblick über die Anlage geben. Es muß späteren Veröffentlichungen überlassen bleiben, einzelne Teile ausführlich zu beschreiben. Die Arbeiten an der Baustelle sind bald nach Vertragsschluß aufgenommen worden und machen gute Fortschritte. Der elektrische und maschinelle Teil ist zur Zeit in Einzelbearbeitung. Die Anlage kommt wahrscheinlich 1942 in Betrieb.

Die Staumauer von 1175 m Länge wird etwa 800 m in aufgelöster Bauweise als sogenannte „Noetzi-Mauer“ und nur an den Flußufern links 330 m, rechts 44 m als Schwergewichtsmauer ausgeführt. Auf der Staumauer werden zur Abführung von Hochwässern zwölf Rollschütze von je 10,5 m lichter Weite und 5 m Höhe angeordnet; sie erhalten elektrischen Antrieb, können aber notfalls auch durch Handwinden betätigt werden.

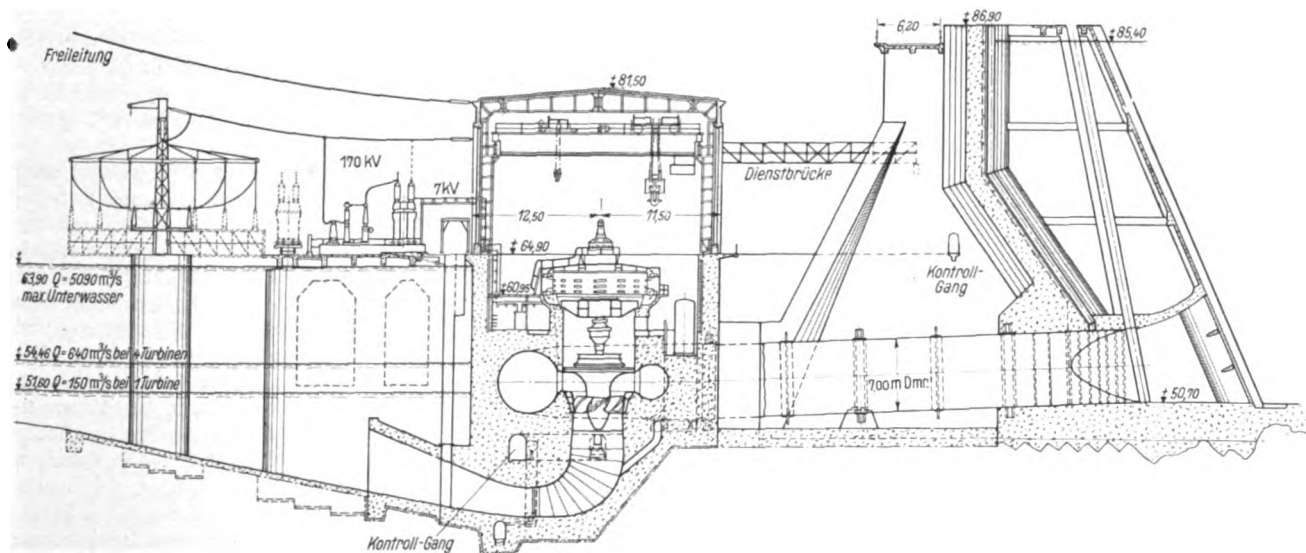


Abb. 1. Querschnitt durch das Kraftwerk am Rincón del Bonete.

auch die Überschwemmungen des Unterlaufes wesentlich einzuschränken und den Rio Negro von der Mündung bis zur Sperre schiffbar zu machen. Die elektrische Energie soll durch zwei Fernleitungen nach Montevideo und durch andere Leitungen — das sogenannte Landesnetz — in ganz Uruguay verteilt werden, um die Entwicklung neuer Industrien zu fördern und auch auf dem Lande eine billige Antriebskraft zur Verfügung stellen zu können.

Die Staumauer wird zunächst für einen Stau bis auf Kote + 80,0 (über NN.) vorgesehen, jedoch ist sie so ein-

Am rechten Ufer des Flusses wird das Kraftwerk errichtet und mit vier Kaplan-Turbinen ausgerüstet (Abb. 1). Die erforderlichen Rohrleitungen erhalten einen lichten Durchmesser von 7 m, der sich in der Einlaufschräube auf 7 × 7 m erweitert. Vor den Turbinen liegen mit Drucköl betätigte Drosselklappen. Die Rohrleitungen sind so entworfen, daß sie auch geringe ungleichmäßige

¹⁾ Das deutsche Konsortium besteht aus den Firmen Siemens-Schuckertwerke AG., Berlin, Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft, Berlin, J. M. Voith, Heldenheim, Siemens-Bauunion GmbH., Berlin, und Cia. General de Obras Publicas (Geopé), Buenos Aires.

Setzungen zwischen der Staumauer und dem Krafthausblock aufnehmen können, und erhalten zu diesem Zweck zwei Setzungsgelenke.

Elektrischer Teil.

Die Turbinen sind für ein Gefälle von 16,7 bis 32 m konstruiert und laufen mit 136 U/min. Die Leistung jeder Turbine bei Höchstgefälle ist mit Rücksicht auf die Aufnahmeleistung des Generators bei 45 000 PS begrenzt. Sie treiben Drehstrom-Synchrongeneratoren von je 32 MVA bei 7 kV und 50 Hz mit direkt aufgebauten Haupt- und Hilfserregermaschinen an.

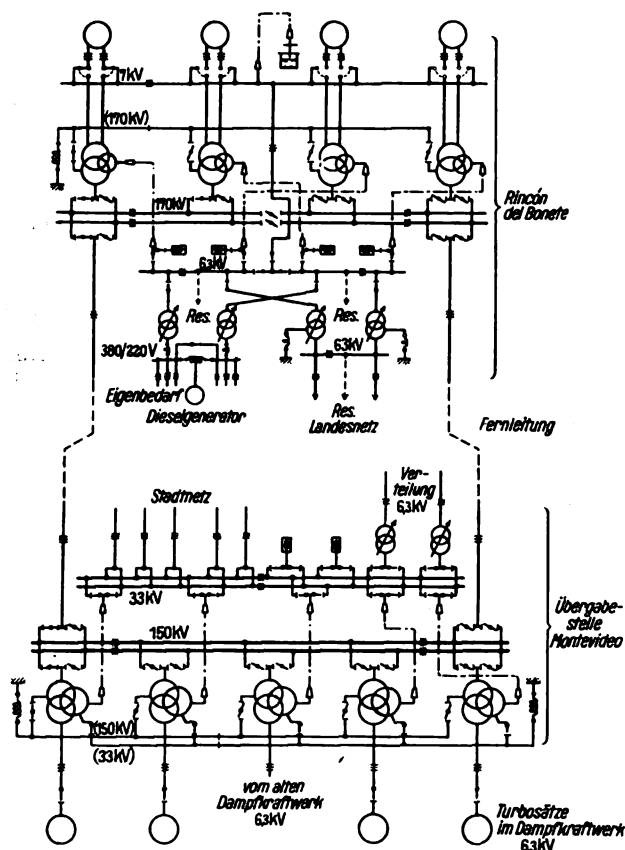


Abb. 2. Vereinfachtes Schaltbild.

Das Schaltbild der Hochspannungsseite zeigt Abb. 2. Die Generatoren arbeiten unmittelbar auf Dreiwicklungs-Transformatoren von 32/32/10 MVA bei 7/170/6,3 kV; die Transformatoren mit den erforderlichen Trenn- und Leistungsschaltern sind in Freiluftausführung auf einer Bühne an der Unterwasserseite aufgestellt.

Die 6,3 kV-Seite der Dreiwicklungs-Transformatoren speist eine 6,3 kV-Einfachsammelschiene, von der einerseits über zwei Regeltransformatoren von je 500 kVA der Bedarf der Nebenbetriebe und der Beamten- und Arbeiter-siedlung mit 380/220 V abgenommen wird, andererseits über zwei Regeltransformatoren von je 10 MVA mit 6,3/63 kV das später zu erbauende Landesnetz beliefert wird. Die Schaltstation für 63 kV mit den abgehenden Landesnetz-leitungen liegt in einem Einschnitt flussabwärts vom Schalthaus. Letzteres schließt sich auf der Landseite an das Maschinenhaus an; dieses hat ein ausgemauertes Stahlskelett und nimmt außer den Hilfsantrieben noch zwei Kräne von je 20 m Spannweite und je 180 t Tragkraft auf. Die beiden Kranhaken können durch eine Traverse aneinandergeschlossen werden und haben dann 340 t Tragkraft. Als Reserve und zum Anfahren des Kraftwerkes dient ein Dieselsatz von 1200 kVA, der auf die 380/220 V-Schiene arbeitet. Um dem Unterlauf des Rio Negro auch Wasser zuzuführen in Zeiten, in denen für die Energie

kein Absatz vorhanden ist, ist ein Wasserwiderstand vorgesehen, der über die 6,3 kV-Seite der Transformatoren 20 MVA aufnehmen, aber für Abnahmeversuche über eine Hilfsschiene unmittelbar mit jedem Generator verbunden werden kann und dann bis zu 32 MW belastbar ist.

Zusammenarbeit mit anderen Kraftwerken.

Von den 170 kV-Sammelschienen gehen zwei Freileitungen mit Kupferhohlseil von 150 mm² Querschnitt und 23 mm äußerem Durchmesser nach dem Dampfkraftwerk Montevideo, eine Strecke von etwa 260 km. Die beiden Leitungen, die je 58 MW bei $\cos \varphi = 1$ in Montevideo übertragen können, laufen in etwa 100 m Entfernung voneinander auf Portalmasten bis in die Vororte von Montevideo, von wo sie auf Einständermasten, die mit sechs Seilen belegt sind, weitergehen. Die Isolatorenketten bestehen aus elf Gliedern der Type An 1.

Die sogenannte „Übergabestelle“ Montevideo ist ein Freiluft-Umspann- und Kuppelwerk und dient dazu, die Energie des Wasserkraftwerkes Rincón del Bonte zusammen mit der des Dampfkraftwerkes in Montevideo dem Stadtnetz Montevideo und über dieses teilweise auch dem Landesnetz zuzuführen. Sie liegt auf dem Gelände des neuen Dampfkraftwerkes. Letzteres umfaßt zwei Turbosätze von je 31,25 MW, wird aber voraussichtlich noch um zwei Sätze zu 40 MW erweitert. Außerdem ist in der Nähe noch ein älteres Dampfkraftwerk vorhanden mit einer Gesamtleistung von etwa 40 MVA. Das Stadtnetz Montevideo wurde früher mit 6,3 kV versorgt, jedoch ist seit einiger Zeit eine Speisung mit 33 kV im Bau. Die Übergabestelle Montevideo muß also das Kraftwerk Rincón del Bonete mit beiden Dampfzentralen kuppeln und die Verteilung der Gesamtenergie mit 33 und 6,3 kV sicherstellen. Zu diesem Zweck führen die beiden ankommenden Freileitungen auf 150 kV-Doppelsammelschienen, an die fünf Dreiwicklungs-Transformatoren angeschlossen sind. Drei davon haben 29/60/31 MVA bei 150/33/6,3 kV und nehmen auf der 6,3 kV-Seite die Leistung der beiden Turbosätze der neuen und die der alten Zentrale auf. Die beiden übrigen Transformatoren von 29/72/43 MVA mit dem gleichen Übersetzungsverhältnis wie die ersten sind für die Turbosätze der Erweiterung des neuen Kraftwerkes gedacht. Die Gesamtleistung aller Kraftwerke wird auf der 33 kV-Doppelsammelschiene zusammengefaßt, von wo die Kabel für die Speisung des Stadt-netzes und des Landnetzes abgehen.

Um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten, sind reichlich Schutzvorrichtungen vorgesehen; die Generatoren erhalten einen Schutz gegen Überlastung, Kurzschluß, Windungsschluß, Gestellschluß sowie Differentialschutz, außerdem eine Temperaturüberwachung der Lager und Wicklungen; die Transformatoren erhalten außer dem Buchholz- und Differentialschutz noch Überlastungs- und Kurzschlußschutz sowie Temperaturüberwachung. Die 170- und 33 kV-Leitungen haben Impedanzschutz. Gegen Erdschlüsse auf den 150 kV-Leitungen ist je eine Petersen-Drossel von 150 A vorgesehen, von denen eine in Rincón del Bonete, die andere in Montevideo steht. Die späteren 63 kV-Landesnetzleitungen erhalten in Rincón del Bonete zwei Petersen-Drosseln je von 75 A. Für die 33 kV-Stadt-leitungen in Montevideo sind zwei Petersen-Spulen vorhanden.

Die Ladeleistung jeder 170 kV-Freileitung beträgt bei 150 kV in Montevideo 17,2 MVA. Damit die Generatoren nicht diese Blindlast längere Zeit zu liefern brauchen, sind in Rincón del Bonete vier Ladeleistungs-drosseln von je 5 MVA vorhanden, die nach den Betriebserfordernissen zu- und abgeschaltet werden können. Für den selteneren Fall, daß die Freileitungen von Montevideo aus gespeist werden und keine Last führen, sind auch in Montevideo zwei Ladeleistungs-drosseln ebenso wie in Rincón del Bonete vorhanden.

Zur Begrenzung des Kurzschlußstromes der 380/220 V-Seite in Rincón del Bonete sind zwischen den Regeltrans-

formatoren von je 500 kVA und der Sammelschiene Reaktanzdrosseln eingeschaltet.

Die Synchronisierung der Maschinen bzw. beider Kraftwerke erfolgt durch eine selbsttätige schlupfunabhängige Synchronisiervorrichtung, kann aber natürlich auch von Hand erfolgen.

Zur Verständigung zwischen den Warten in Rincón del Bonete und Montevideo ist eine Anlage für leitungsgerichtete Hochfrequenz-Telephonie vorgesehen nebst einer tragbaren Station, die es erlaubt, von der Strecke mit beiden Warten zu sprechen.

Die Lieferungen für die Gesamtanlage verteilen sich so, daß die Siemens-Bauunion und die Geopé die Bauarbeiten ausführen, während J. M. Voith die Turbinen nebst Zubehör liefert. Die Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg AG. (MAN) liefert die Druckrohrleitungen als

Unterlieferant von J. M. Voith, das Stahlskelett für das Krafthaus, die Maschinenhaus-Laufkräne und die Hochwasser-Entlastungsanlage als Unterlieferant der Siemens-Schuckertwerke. Den elektrischen Teil des Kraftwerkes Rincón del Bonete liefern die Siemens-Schuckertwerke, jedoch werden zwei Generatoren von der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft geliefert. Die Übergabestelle (Freiluftumspannwerk) Montevideo wird von der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft erstellt, jedoch sind die drei kleineren Dreiwicklungs-Transformatoren Fabrikat der Siemens-Schuckertwerke. Die Freileitung wird in Gemeinschaftsarbeit Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft/Siemens-Schuckertwerke erstellt; die Maste stammen von der Stahlunion Export und die Isolatoren von Rosenthal-Isolatoren G. m. b. H. (AEG-Konzern) bzw. Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren-Gesellschaft (Hescho).

Selbsttätige Spannungsregelung einer Gasmaschinenzentrale.

Von H. Bendfeldt VDE, Beuthen O/S.

Übersicht. Die Wirkungsweise einer selbsttätigen Spannungsregelung für eine Gasmaschinenzentrale mit 20 Großgasmaschinen ohne Spitzenturbine wird beschrieben. Da für einen derartigen Fall bislang keine Erfahrungen in Deutschland vorlagen, mußte die Automatik entwickelt und erprobt werden. Die Ergebnisse zeigen, daß eine Lösung sehr wohl möglich ist.

Die Maschinenanlage.

Bei der in Frage stehenden Anlage handelt es sich um eine Gasmaschinenzentrale ohne Spitzenturbine. Es sind 20 Großgasmaschinen vorhanden, von denen 19 mit Hochfengas von rd. 1000 WE/m³ und eine mit Kokereigas von rd. 4000 WE/m³ arbeiten. Sie sind in ihrer Leistung und in ihrer technischen Ausführung durchaus voneinander verschieden.

Drei Maschinen von je 1200 kVA sind im Jahre 1900 als Zweitakter nach dem jetzt für Großgasmaschinen veralteten System mit gegenläufigen Kolben erbaut worden. Die übrigen 17 Maschinen sind Viertakter. Hierunter befinden sich Einheiten von 950, 1400, 1800, 2200 und 2500 kVA in Ausführung als Tandem- bzw. Doppeltandemaschinen. Sämtliche Gasmaschinen sind unmittelbar mit Schwungradgeneratoren verschiedener Herkunft gekuppelt. Sie sind teils als Innenpol-, teils als Außenpolgeneratoren ausgebildet und arbeiten alle auf eine gemeinsame Sammelschiene. Ihre Gesamtleistung beträgt rd. 30 000 kW.

Die Stromerzeugung beläuft sich auf etwa ½ Mill kWh je Arbeitstag. Wegen der Tag und Nacht fast gleichbleibenden Belastung beträgt die Jahresbenutzungsstundenzahl etwa 6000 und der Ausnutzungsfaktor liegt bei 0,7.

Der Betrieb spielt sich in der Weise ab, daß normal 17 bis 19 Gasmaschinen laufen, die den Strombedarf von Bergbau- und Hüttenbetrieben und eines großen Eisenwalzwerkes mit Block- und Walzenstraßen sowie von 18 Ortschaften decken.

Die Generatoren- und Sammelschienenspannung beträgt 10 kV. Die Erregung der Stromerzeuger erfolgt mit 110 V Gleichstrom, der in gesondert aufgestellten Motorgeneratoren erzeugt wird, die über Transformatoren an die 10 kV-Sammelschiene angeschlossen sind.

Da bei Kurzschlüssen an der Sammelschiene oder in den Wicklungen der Generatoren sämtliche Maschinenschalter herausfallen können, wäre damit auch die Stromzuführung für die Erregermaschinen drehstromseitig unterbrochen, so daß nicht wieder angefahren werden könnte, da Fremdstrom nicht zur Verfügung steht. Aus Sicherheitsgründen ist daher die Gleichstromsammelschiene der

Erregermaschinen mit einer 1000 Ah-Akkumulatorbatterie gekuppelt, die zwar unter normalen Verhältnissen keinen Strom für die Erregung abgibt, bei Störungen und beim Herausfallen der Erregermaschinen jedoch ohne Unterbrechung mit 1000 A einspringt. Da auf diese Sicherheit wegen der Wichtigkeit des Betriebes auf keinen Fall verzichtet werden kann, mußte hierauf auch bei der selbsttätigen Spannungsregelung Rücksicht genommen werden, und eine Regelung der Erregerspannung an den Motorgeneratoren zur Beeinflussung der 10 kV-Spannung kam nicht in Frage.

Die bisher durchgeführte Handregelung.

Jeder Generator besitzt einen Regelwiderstand für den Erregerstrom. Diese Widerstände können durch Handräder von den zugeordneten Schaltwarten aus bedient werden. Da die Zentrale u. a. zur Stromversorgung eines großen Walzwerkes dient, sind mehrere Block- und Feinstraßen angeschlossen, die eine äußerst schwankende Belastung hervorrufen. Mit Schwankungen von maximal 10 000 bis 12 000 kW innerhalb von 1 min oder noch geringerer Zeit muß gerechnet werden. Dies bedeutet, daß häufig kurzzeitig nur etwa 50 % Grundlast gefahren werden, während die restlichen 50 % sich aus Spitzen zusammensetzen.

Trotz der großen Schwungmassen der Generatoren und trotz der gut arbeitenden Fliehkraftregler für die Füllung der Gasmaschinen treten bei diesen Belastungsstößen starke Frequenzschwankungen auf. Diese lassen sich auch aus dem Grunde nicht vermeiden, weil das Hochfengas für die Gasmaschinen naturgemäß in ungleicher Beschaffenheit anfällt; es heißt dies, daß die Gasmaschinen je nach Güte des Gases besser oder schlechter ziehen. Mit der Frequenz schwankt die Spannung der Generatoren, und zwar in noch stärkerem Maße als jene, weil auch die Erregerspannung der Motorgeneratoren mit veränderlicher Frequenz steigt und fällt.

Die Regelung der Spannung erfolgte bislang von Hand durch Verstellen der Regelwiderstände für die Erregung der einzelnen Maschinen auf den Schaltwarten. Infolge des erheblichen Platzbedarfes und der dadurch notwendigen großen Ausdehnung der Zentrale war die Übersicht durch eine Schaltbühne nicht mehr gegeben. Im Zuge des Ausbaues wurden drei Schaltwarten geschaffen, die räumlich erheblich voneinander entfernt sind. Jeder Schalttafelwärter richtete sich nach seinem zugehörigen Spannungsmesser, der über einen Wandler an die Sammel-

621. 311. 23. 072. 2

schiene angeschlossen ist, und stellte je nach Absinken oder Steigen der Spannung die Widerstände einzelner oder aller Maschinen größer oder kleiner ein. Die Abb. 1 zeigt die Spannungskurve bei dieser Handregelung.

Abb. 2 gibt einen Überblick über die zu derselben Zeit aufgetretenen Belastungsschwankungen des angeschlossenen Walzwerkes. Die Kurven stellen durchaus normale Fälle dar. Zeitweise sind die Spannungs- und Belastungsschwankungen erheblich höher.

Diese Spannungsregelung von Hand ergibt keine wünschenswerten Spannungskurve, sondern es treten Schwankungen von 6 bis 8 % auf. Die Ursachen sind darin zu suchen, daß man von der Aufmerksamkeit des Bedienungspersonals abhängig ist, die vor allem nachts zu wünschen übrig läßt. Außerdem werden die Schalttafelwärter durch Zählerablesungen und sonstige Beschäftigungen von ihrer eigentlichen Aufgabe abgelenkt, so daß die Regelung nicht rechtzeitig vorgenommen wird.

Besondere Schwierigkeiten ergaben sich jedoch daraus, daß die Regelung an drei Schaltwarten vorgenommen werden mußte. Es wurde gegeneinander, über oder zu spät geregelt, da sich immer einer auf den anderen verließ.

Diese vorhandenen Übelstände führten zu dem Gedanken, eine selbsttätige Spannungsregelung einzubauen.

Vorbilder gab es für diesen Fall nicht, da bislang Gasmaschinenzentralen nur durch Spitzenturbinen selbsttätig geregelt werden.

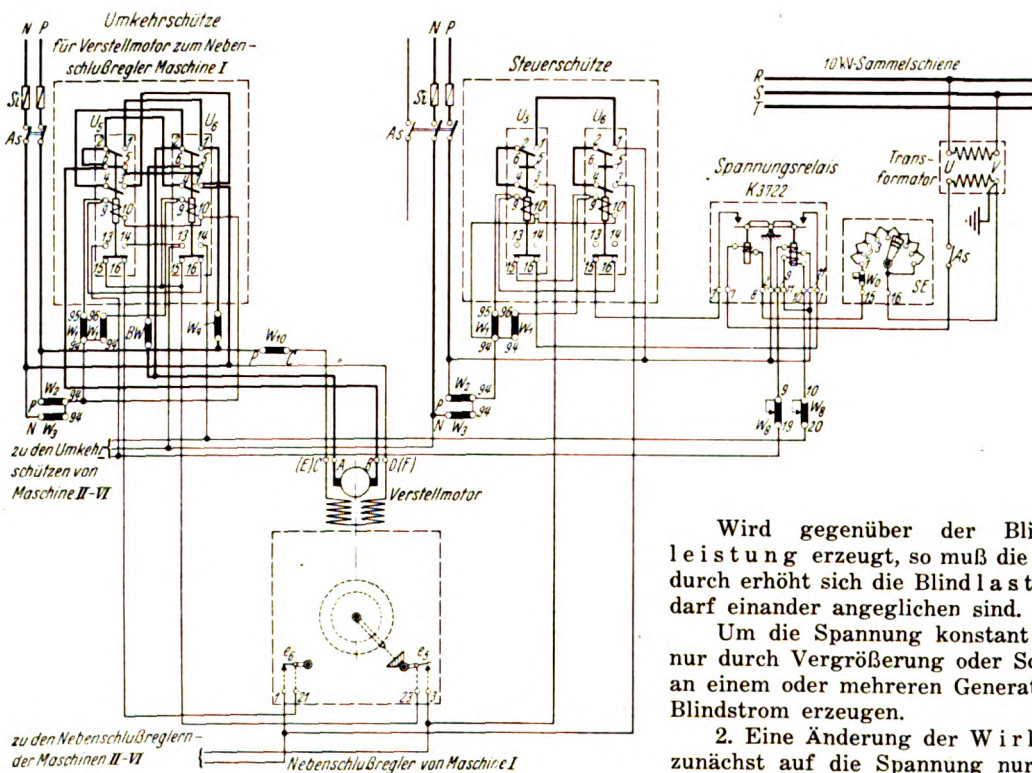
Die neue selbsttätige Spannungsregelung.

Folgende Überlegungen führten zum Einbau von Schnellreglern bei 6 Maschinen, während die anderen

12 Maschinen mit konstanter Erregung laufen: Wenn die Zentrale mit einer bestimmten Belastung fährt und die Nebenschlußregler der Generatoren so eingestellt sind, daß die Sammelschienenspannung genau 10 kV beträgt, so bleibt selbstverständlich diese Spannung, wenn an den Reglern nichts geändert wird, so lange

konstant, bis sich die Belastung irgendwie ändert.

1. Steigt oder fällt die Blindlast, so würde bei unveränderter Nebenschlußreglerstellung die Spannung im umgekehrten Sinne ansprechen. Bei zu wenig Blindleistungserzeugung muß die Spannung zurückgehen. Dadurch verringert sich auch die Blindlast und der Ausgleich ist erreicht.



- U₅₋₆ Umkehrschütze
- e₅₋₆ Endschalter
- S_i Sicherungen
- A₈ Abschlalter
- BW Bremswiderstand
- W₃ Vorwiderstand
- W₁₋₂ Parallelwiderstände
- W₄₋₁₀ Vorschaltwiderstände (nach Bedarf)
- W₀ feste Stufe
- Se Sollwertinsteller

Abb. 3. Schaltbild der selbsttätigen Spannungsregelung.

Wird gegenüber der Blindlast zuviel Blindleistung erzeugt, so muß die Spannung steigen. Hierdurch erhöht sich die Blindlast, bis Erzeugung und Bedarf einander angeglichen sind.

Um die Spannung konstant zu halten, braucht man nur durch Vergrößerung oder Schwächung der Erregung an einem oder mehreren Generatoren mehr oder weniger Blindstrom erzeugen.

2. Eine Änderung der Wirkbelastung darf sich zunächst auf die Spannung nur so weit auswirken, als dem inneren Spannungsverlust der Generatoren entspricht. Diese Verschiebung ist jedoch nur gering. Die Fliehkraftregler haben durch Änderung der Füllung der Gasmaschinen dafür zu sorgen, daß die Drehzahl konstant bleibt. Hierbei ist jedoch Voraussetzung, daß die Füllungsregelung so genau arbeitet, daß die Frequenz nicht schwankt. Bei Gasmaschinen läßt sich dies aus verschiedenen Gründen nicht erreichen. Durch ungleiche Be-

schaffenheit des Hochofengases und durch verhältnismäßig träges Arbeiten der Reglergestänge wird die Frequenz nur bei Wirkleistungsschwankungen in gewissen Grenzen gehalten. Mit Fallen oder Steigen der Frequenz muß bei größeren Wirkbelastungsschwankungen gerechnet werden. Hierbei fällt und steigt die erzeugte Blindleistung, die nun mit dem Blindleistungsbedarf nicht mehr im Einklang steht. Die Folge ist eine Änderung der Sammelschienenspannung in gleicher Weise, wie unter 1. beschrieben. Verstärkt wird diese Erscheinung noch durch die mit der Frequenz schwankende Erregerspannung von den Motorgeneratoren, die drehstromseitig über Transformatoren unmittelbar an der 10 kV-Sammelschiene liegen. Der Ausgleich kann wieder nur durch Verstellung der Erregerwiderstände an einem oder mehreren Generatoren erzielt werden.

Im praktischen Betriebe überlagern sich die unter 1. und 2. beschriebenen Erscheinungen.

Durch Versuche wurde festgestellt, daß es für normale Wirk- und Blindlastschwankungen durchaus genügt, wenn bei 6 großen Maschinen mit zusammen etwa 12 000 kW Leistung der Erregerstrom geregelt wird, während die anderen 12 Maschinen voll erregt und ohne Regelung fahren. Wenn man von unvorhergesehenen ganz großen Lastschwankungen durch die Walzenstraßen absieht, die erfahrungsgemäß selten auftreten, ist diese Anordnung für den normalen Fall bei weitem ausreichend.

Abb. 3 zeigt die Schaltung und den Aufbau der selbsttätigen Regelung.

Über einen Spannungswandler wird die Sammelschienenspannung auf ein Feinsteuerrelais (K 3722) übertragen, das bei Spannungsschwankungen von $\pm 1\frac{1}{2}\%$ anspricht und die Impulse an zwei Steuerschütze weitergibt. Diese betätigen wieder die Umkehrschütze für die Verstellmotoren an den Erregerwiderständen der oben genannten 6 Maschinen. Die Steuerschütze waren erforderlich, um die Kontakte des Eilreglers nicht zu überlasten, da dieser sonst auf 6 parallel geschaltete Umkehrschütze arbeiten müßte.

Es ist ersichtlich, daß für sämtliche geregelte Maschinen nur ein Feinsteuerrelais erforderlich ist, das wiederum nur von der Spannung betätigt wird. Bei Spannungsregelungen mehrerer parallel geschalteter Drehstromgeneratoren ist es sonst üblich, für jede Maschine einen getrennten Regler vorzusehen, der sowohl von der Spannung als auch vom Strom abhängig ist. Im Normalfall wird eine derartige Anordnung mit Statikausgleicher wohl immer erforderlich sein, um eine Überbelastung einzelner Maschinen durch zu hohe Blindstromaufnahme zu vermeiden.

In diesem Fall kann jedoch auf den Statikausgleicher verzichtet werden, weil die Generatoren der Gasmaschinen

auch bei voll ausgeschaltetem Vorwiderstand für die Erregung nur die zulässige Blindlast aufnehmen. Eine Überbelastung durch Blindstrom ist bei der vorhandenen Erregerspannung von 110 V nicht möglich.

Darum ist es auch gleichgültig, ob die 6 Erregerwiderstände der geregelten Maschinen stets in genau gleicher Stellung stehen. Jeder Erregerwiderstand besitzt zwei Endschalter (je 5 und je 6), die dafür sorgen, daß

1. bei voll erregter Maschine und
2. bei der höchst zulässigen Feldschwächung (kapazitiver Blindstrom) der zugehörige Verstellmotor abgeschaltet wird.

Bei stark sinkender oder steigender Spannung wird das Feinsteuerrelais so lange Impulse geben, bis sämtliche Regler durch die Verstellmotoren auf die höchste bzw. tiefste Stufe eingestellt sind. Hierbei kann es beispielsweise

vorkommen, daß ein Regler dem andern vorausseilt, weil er zufällig eine kleinere innere Reibung besitzt. Auf den Regelvorgang hat dies jedoch keinen nachteiligen Einfluß. Bei Erreichung der Endstufen gleichen sich diese Differenzen außerdem wieder aus.

Die Spannungskurve nach Inbetriebnahme der selbsttätigen Regelung zeigt Abb. 4.

Abgesehen von den unter $\pm 0,5\%$ bleibenden Schwankungen, die von der Trägheit des Feinsteuerrelais herrühren, zeigt das Bild eine gerade Linie. Hierbei sind die Belastungsstöße vom Walzwerk noch stärker aufgetreten, als sie in Abb. 2 aufgezeichnet sind, so daß die selbsttätige Regelung ihren Zweck voll erfüllt hat.

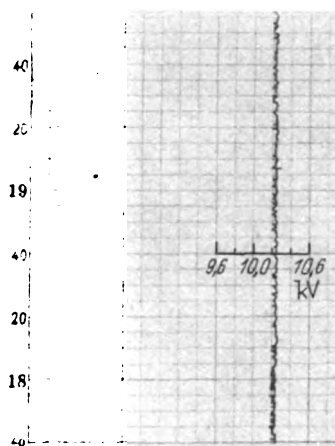


Abb. 4. Spannungsverlauf bei selbsttätiger Regelung.

grade Linie. Hierbei sind die Belastungsstöße vom Walzwerk noch stärker aufgetreten, als sie in Abb. 2 aufgezeichnet sind, so daß die selbsttätige Regelung ihren Zweck voll erfüllt hat.

Zusammenfassung.

Es ist bewiesen, daß sich bei einer Gasmaschinenzentrale ohne Spitzenturbine eine einwandfreie Spannungsregelung in einfachster Weise und mit geringen Kosten (in diesem Falle etwa 3000 bis 4000 RM) durchführen läßt. Der Betrieb wird hierdurch vereinfacht, das Bedienungspersonal entlastet und eine Spannungsführung erreicht, die auch empfindlichen Abnehmern gerecht wird.

Beiträge zur Dreivoltmetermethode.

Von H. H. Wicht VDE, Berlin.

Übersicht. Zur Erleichterung der Winkelbestimmung bei der Dreivoltmetermethode wird eine Fluchtentafel angegeben. — Die durch endlichen Voltmeterwiderstand bei der Messung der Teilspannungen verursachten Fehler werden besprochen. Zur Fehlerabschätzung wird eine einfache Formel gegeben.

Die bekannte Dreivoltmetermethode eignet sich vorzüglich zu raschen, angenäherten Betragsmessungen an Wechselstromwiderständen. Mißt man mit einem umschaltbaren Voltmeter (Abb. 1) den Spannungsabfall U_R an einem bekannten, vor den Wechselstromwiderstand Z

geschalteten rein ohmschen Widerstand R und den Spannungsabfall U_Z an Z selbst, so erhält man den Betrag Z des Wechselstromwiderstandes aus dem Verhältnis

$$\frac{U_R}{U_Z} = \frac{I R}{I Z} = \frac{R}{Z} \quad (1)$$

zu

$$Z = R \frac{U_Z}{U_R} \quad (2)$$

Umständlich ist dagegen die rechnerische oder zeichnerische Ermittlung des Phasenwinkels φ , d. h. des Win-

kels, um den der Strom der Spannung am Wechselstromwiderstand 3 nach- oder voreilt, aus den drei Teilspan-

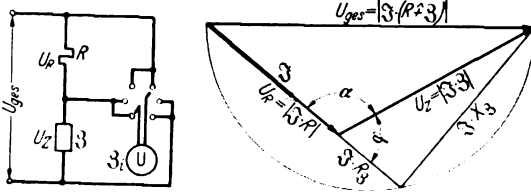


Abb. 1. Allgemeine Schaltung und Spannungs-, Widerstands- und Winkeldiagramm der Dreivoltmetermethode.

nungen U_{ges} , U_R und U_Z . Nach Abb. 1 gilt hier der Kosinussatz:

$$U_{ges}^2 = U_R^2 + U_Z^2 - 2 U_R U_Z \cos \alpha, \quad (3)$$

oder, da $\cos \alpha = -\cos \varphi$,

$$U_{ges}^2 = U_R^2 + U_Z^2 + 2 U_R U_Z \cos \varphi. \quad (4)$$

Diese unbequeme Beziehung läßt sich jedoch so umschreiben, daß sie in Form einer einfachen Fluchtentafel leicht auswertbar gemacht werden kann. Es sei zur Abkürzung eingeführt:

$$\frac{U_R}{U_{ges}} = \beta, \quad \frac{U_Z}{U_{ges}} = \gamma, \quad \frac{U_R}{U_Z} = \frac{\beta}{\gamma} = \delta. \quad (5)$$

Aus Gl. (4) wird damit nach einigen Umformungen:

$$\cos \varphi - \frac{1}{2\delta\gamma^2} + \frac{\delta^2 + 1}{2\delta} = 0 \quad (6)$$

oder

$$\cos \varphi - \frac{1}{2(1/\delta)\beta^2} + \frac{(1/\delta)^2 + 1}{2(1/\delta)} = 0. \quad (6a)$$

Gl. (6) führt nach einer weiteren geringfügigen Umformung als Schlüsselgleichung zu der in Abb. 2 wieder-

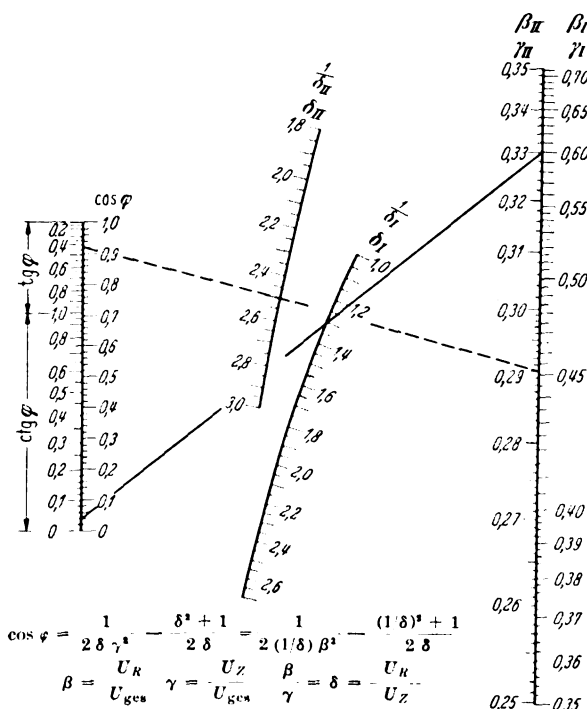


Abb. 2. Fluchtentafel zur Winkelbestimmung bei der Dreivoltmetermethode.

gegebenen Fluchtentafel. Zur Bestimmung von $\cos \varphi$ sind aus den drei gemessenen Spannungen U_{ges} , U_R und U_Z gemäß Gl. (5) die dimensionslosen Verhältnisse δ und γ zu bilden, auf den entsprechenden Leitern der Fluchten-

tafel aufzusuchen und durch eine Gerade (angelegtes Lineal) zu verbinden. Diese Gerade bezeichnet auf der φ -Leiter den gesuchten Wert von $\cos \varphi$ sowie eine zweite, zur weiteren Rechnung benötigte trigonometrische Funktion von φ , nämlich $\tan \varphi$ bzw. $\cot \varphi$. Um eine vernünftige Leiterteilung für diese zweite Funktion zu erhalten, wurde für den Bereich $0^\circ \leq \varphi \leq \pm 45^\circ$ eine $\tan$ -Teilung, für den Bereich $\pm 45^\circ \leq \varphi \leq \pm 90^\circ$ eine $\cot$ -Teilung an der φ -Leiter angebracht. Auf eine Gradeinteilung der φ -Leiter kann verzichtet werden, da der Winkel selbst meist weniger interessiert als seine trigonometrischen Funktionen. — Die Wirk- und Blindkomponente des unbekannten Wechselstromwiderstandes 3 ergibt sich nun mit dem nach Gl. (2) errechneten Betrag Z und den der Fluchtentafel entnommenen Werten $\cos \varphi$ und $\tan \varphi$ bzw. $\cot \varphi$ zu:

$$R_3 = Z \cos \varphi; \quad X_3 = R_3 \tan \varphi \text{ bzw. } X_3 = \frac{R_3}{\cot \varphi}. \quad (7)$$

Das Spannungsverhältnis δ , das je nach Wahl des Vorwiderstandes um Größenordnungen von 1 verschiedene Werte annehmen kann, wurde nur mit dem kleinen Bereich $1 \leq \delta \leq 3$ dargestellt. Das entspricht der praktisch zu stellenden Forderung nach möglichst gleichen Instrumentausschlägen (gleiche Ablesegenauigkeit). Ergibt sich aus den gemessenen Spannungen ein Verhältnis

$$0,333 \leq \delta \leq 1,$$

so ist zur Rechnung in der Fluchtentafel gemäß Gl. (6a) der Kehrwert $1/\delta$ sowie statt γ das Spannungsverhältnis β [s. Gl. (5)] zu benutzen.

Beispiel 1: Folgende Spannungen seien gemessen: $U_{ges} = 100$ Skt (Skalenteile), $U_R = 78$ Skt, $U_Z = 60$ Skt. Es ist $\delta = U_R/U_Z = 1,309$, also größer als 1, mithin ist in der Fluchtentafel δ und γ zu benutzen:

$$\gamma = U_Z/U_{ges} = 0,6.$$

$\gamma = 0,6$ findet sich auf der nach rechts bezifferten und mit I bezeichneten Teilung der γ -Leiter. Entsprechend liegt $\delta = 1,309$ auf der nach rechts bezifferten und mit II bezeichneten δ -Leiter; mit der ausgezogenen Ablesegeraden ergibt sich:

$$\cos \varphi = 0,04; \quad \tan \varphi = 0,04.$$

Beispiel 2: Folgende Spannungen seien gemessen: $U_{ges} = 100$ Skt, $U_R = 29$ Skt, $U_Z = 72,5$ Skt. Es ist $\delta = U_R/U_Z = 0,4$; in der Fluchtentafel ist, da $\delta < 1$, der Kehrwert $1/\delta = 2,5$ und das Spannungsverhältnis $\beta = U_R/U_{ges} = 0,29$ zu benutzen. $1/\delta$ und β finden sich auf den mit III bezeichneten und nach links bezifferten entsprechenden Teilleitern, die gestrichelt eingezeichnete Ablesegerade ergibt:

$$\cos \varphi = 0,92; \quad \tan \varphi = 0,41.$$

Eine eingehende Nachprüfung der Fluchtentafel ergab für $\cos \varphi$ absolute Fehler, die in keinem Falle um mehr als $\pm 0,006$ von den berechneten Werten abweichen. —

Bei der Messung der Teilspannungen U_R und U_Z addiert sich der Scheinleitwert des Spannungsmessers zum Scheinleitwert desjenigen Schaltteiles, zu dem das Voltmeter jeweils parallel liegt. Ist der Voltmeterleitwert, wie das praktisch häufig vorkommt, nicht um mehrere Größenordnungen niedriger, so können dadurch merkliche Fehler entstehen, die im folgenden betrachtet werden sollen.

Das Voltmeter liege zunächst an R . Sein Scheinwiderstand sei dem Betrage Z_i nach größer als R , so daß das Widerstandsverhältnis p kleiner als 1 ist:

$$\frac{R}{Z_i} = p < 1. \quad (8)$$

Ferner sei ψ_i der Phasenwinkel des Voltmeter-Scheinwiderstandes Z_i , ψ der Phasenwinkel des entsprechenden Scheinleitwertes $1/Z_i$. Im „Leitwertdiagramm“

(Abb. 3 a) addieren sich $1/3_i$ und $1/R$ geometrisch, es ist sofort abzulesen, daß

$$\left| \frac{1}{R \parallel 3_i} \right| = \sqrt{\left(\frac{1}{R} \right)^2 + \left(\frac{1}{Z_i} \right)^2 + \frac{2}{R Z_i} \cos \psi_i} \quad (9)$$

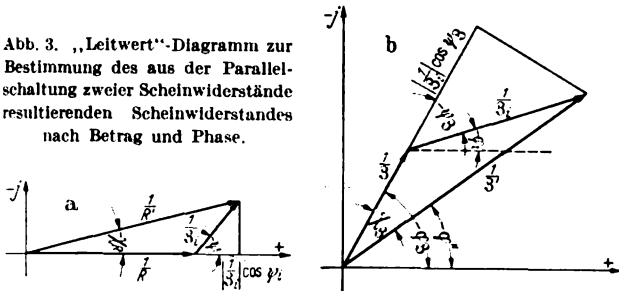
Daraus folgt mit $1/Z_i = p/R$ nach Gl. (8):

$$|R \parallel 3_i| = R' = R / \sqrt{1 + p^2 + 2p \cos \psi_i} \quad (10)$$

Mit $\cos \psi_i = 1$ (Voltmeterwiderstand rein reell) wird:

$$|R \parallel 3_i| = R' = R / \sqrt{1 + p^2 + 2p} = \frac{R}{1 + p} \quad (11)$$

Abb. 3. „Leitwert“-Diagramm zur Bestimmung des aus der Parallelschaltung zweier Scheinwiderstände resultierenden Scheinwiderstandes nach Betrag und Phase.



Der scheinbare Vorwiderstand R' erhält durch die Parallelschaltung von 3_i außerdem den kleinen Fehlwinkel χ_R , der sich nach Abb. 3 a aus

$$\cos \chi_R = \frac{1/R + (1/Z_i) \cos \psi_i}{1/R'} = \frac{1 + p \cos \psi_i}{\sqrt{1 + p^2 + 2p \cos \psi_i}} \quad (12)$$

findet. — Angenommen, der Voltmeterwiderstand sei unendlich, so ist $p = 0$, $R' = R$, und es gilt nach Abb. 1:

$$U_{\text{ges}} = I \sqrt{R^2 + Z^2 + 2RZ \cos \varphi}, \quad (13)$$

oder mit $U_Z = IZ$, $U_R = IR$, $IZ = \frac{IR}{\delta}$ [Gl. (5)]

$$U_{\text{ges}} = U_R \sqrt{1 + \frac{1}{\delta^2} + \frac{2}{\delta} \cos \varphi}. \quad (14)$$

Der Spannungsabfall an R wird dann richtig zu

$$U_R = \frac{U_{\text{ges}}}{\sqrt{1 + \frac{1}{\delta^2} + \frac{2}{\delta} \cos \varphi}} \quad (15)$$

gemessen. Mit endlichem Voltmeterwiderstand dagegen ergibt sich der fehlerhafte Spannungsabfall

$$U_R' = \frac{U_{\text{ges}}}{\sqrt{1 + \left(1 + \frac{p^2 + 2p \cos \psi_i}{\delta^2}\right)} + \sqrt{1 + p^2 + 2p \cos \psi_i} \cdot 2 \cos \varphi'}, \quad \text{wobei } \varphi' = \varphi \pm \chi_R. \quad (16)$$

Der Fehlwinkel χ_R ist zu subtrahieren, wenn R' eine kleine Blindkomponente gleichen Vorzeichens wie die von 3 enthält (Abb. 4), andernfalls ist er zu addieren. Der relative Fehler der gemessenen Teilspannung U_R' ist:

$$f_R = \frac{U_R' - U_R}{U_R} = 1 - \frac{U_R}{U_R'} = 1 - \sqrt{\frac{\delta^2 + (1 + p^2 + 2p \cos \psi_i) + \sqrt{1 + p^2 + 2p \cos \psi_i} \cdot \delta \cos \varphi'}{\delta^2 + 1 + 2\delta \cos \varphi}}. \quad (17)$$

Er ist bei gegebenen Werten von δ , p und φ am größten für größten Zähler unter der Wurzel in Gl. (17), also für $\psi_i = 0$, $\cos \psi_i = 1$. Für diesen praktisch häufigen Fall (Voltmeterwiderstand rein reell) lautet Gl. (17):

$$f_R = 1 - \sqrt{\frac{\delta^2 + (1 + p)^2 + 2\delta(1 + p) \cos \varphi}{\delta^2 + 1 + 2\delta \cos \varphi}} \quad \text{mit } \chi_R = 0, \varphi' = \varphi. \quad (18)$$

¹⁾ Das gilt unter Vernachlässigung des Einflusses des Fehlwinkels χ_R in φ' . Diese Vernachlässigung ist für die in Zahlentafel 1 gegebenen Werte f_R und f_R' zulässig.

Ist nun auch $\cos \varphi = 1$, d. h. ist 3 rein reell, so vereinfacht sich der Ausdruck für f_R weiter zu:

$$f_R = 1 - \frac{\delta + 1 + p}{\delta + 1} = -\frac{p}{\delta + 1}. \quad (19)$$

Rein reelles 3 liegt nun praktisch kaum vor. Dennoch ist die einfache Gl. (19) von Bedeutung, und zwar zur

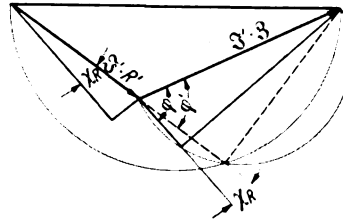


Abb. 4. „Widerstands“-Diagramm: Einfluß endlichen Voltmeterwiderstandes parallel zu R . (R' und Z haben induktive Komponenten.)

Abschätzung des bei bestimmtem δ und p möglichen größten Fehlers. Die Zahlentafel 1 zeigt nämlich, daß bis zu dem verhältnismäßig großen Wert $p = 0,1$ bei $\delta \leq 1$ der als Näherungswert nach Gl. (19) berechnete größte Fehler f_R nur wenig von dem nach Gl. (18) mit $\cos \varphi = 0$ berechneten wahren größten Fehler abweicht. Für Werte $\delta > 1$ ist f_R selbst der wahre größte Fehler.

Das Voltmeter liege jetzt an 3 . Es sei ψ_3 die positive oder negative Differenz der Phasenwinkel φ_3 und φ_i des unbekannten und des Voltmeter-Scheinwiderstandes, also der von 3 und 3_i im „Widerstandsdiagramm“ eingeschlossene Winkel, — ψ_3 der entsprechende Winkel zwischen den Scheinleitwerten $1/3$ und $1/3_i$ (Abb. 3 b). Dann ist entsprechend Gl. (9):

$$\left| \frac{1}{3 \parallel 3_i} \right| = \sqrt{\frac{1}{Z^2} + \frac{1}{Z_i^2} + \frac{2 \cos \psi_3}{Z Z_i}} \quad (20)$$

oder, da $R = \delta Z$; $Z_i = \frac{R}{p} = \frac{Z \delta}{p}$,

$$|3 \parallel 3_i| = |3'| = \frac{Z}{\sqrt{1 + \left(\frac{p}{\delta}\right)^2 + \frac{2p}{\delta} \cos \psi_3}} \quad (21)$$

Für den Fall, daß der Voltmeterwiderstand den gleichen Phasenwinkel wie der unbekannte Widerstand hat, gilt einfach:

$$Z' = |3'| = \frac{Z}{1 + \frac{p}{\delta}}. \quad (22)$$

Der Scheinwiderstand $3'$ hat im allgemeinen nicht mehr den Phasenwinkel φ , vielmehr ändert sich φ infolge des parallelgeschalteten Voltmeterwiderstandes 3_i in φ'' :

$$\varphi'' = (\varphi \pm \chi_3). \quad (23)$$

Das positive Vorzeichen des Zusatzwinkels χ_3 gilt, wenn $\varphi_3 < \varphi_i < \varphi_3 + 180^\circ$, das negative, wenn $\varphi_3 > \varphi_i > \varphi_3 - 180^\circ$. χ_3 selbst findet sich entsprechend Gl. (12) aus

$$\cos \chi_3 = \frac{\delta + p \cos \psi_3}{\sqrt{\delta^2 + p^2 + 2\delta p \cos \psi_3}} \quad (24)$$

Angenommen, der Scheinwiderstand 3_i des Spannungsmessers sei unendlich, so wird der Spannungsabfall U_Z an 3 richtig zu

$$U_Z = \frac{U_{\text{ges}}}{\sqrt{1 + \delta^2 + 2\delta \cos \varphi}} \quad (25)$$

gemessen. [Ableitung gemäß Gl. (13) bis (15).] Bei endlichem Voltmeterwiderstand 3_i dagegen findet sich der fehlerhafte Spannungsabfall

$$U_{Z'} = \frac{U_{ges}}{\sqrt{(\delta^2 + p^2 + 2p\delta \cos \psi_3) + 1 + 2\sqrt{\delta^2 + p^2 + 2p\delta \cos \psi_3} \cdot \cos \varphi''}} \quad (26)$$

Der relative Fehler von $U_{Z'}$ ist:

$$f_3 = \frac{U_{Z'} - U_Z}{U_{Z'}} = 1 - \frac{U_Z}{U_{Z'}} = 1 - \frac{\sqrt{(\delta^2 + p^2 + 2p\delta \cos \psi_3) + 1 + 2\sqrt{\delta^2 + p^2 + 2p\delta \cos \psi_3} \cdot 2 \cos \varphi''}}{\delta^2 + 1 + 2\delta \cos \varphi''} \quad (27)$$

Er ist bei gegebenem δ , p und φ am größten²⁾ für $\cos \psi_3 = +1$, $\psi_3 = 0^\circ$, und [mit umgekehrtem Vorzeichen³⁾] für $\cos \psi_3 = -1$, $\psi_3 = 180^\circ$. Im ersten Falle ist der Voltmeterwiderstand „in Phase“ mit dem unbekannten Widerstand, im zweiten Falle „ihm gegenphasig“. Es gilt im ersten Falle:

$$f_Z = 1 - \frac{\sqrt{(\delta + p)^2 + 1 + 2(\delta + p) \cos \varphi}}{1 + \delta^2 + 2\delta \cos \varphi} \quad \text{mit } \chi_3 = 0, \varphi'' = \varphi, \quad (28)$$

und im zweiten Falle:

$$f_Z = 1 - \frac{\sqrt{(\delta - p)^2 + 1 + 2(\delta - p) \cos \varphi}}{1 + \delta^2 + 2\delta \cos \varphi} \quad \text{mit } \chi_3 = 0, \varphi'' = \varphi. \quad (29)$$

Mit $\cos \varphi = 1$ ergibt sich aus (28):

$$f_Z = 1 - \frac{\delta + p + 1}{\delta + 1} = -\frac{p}{\delta + 1} \quad (30)$$

und aus (29):

$$f_Z = 1 - \frac{\delta - p + 1}{\delta + 1} = +\frac{p}{\delta + 1} \quad (31)$$

Gl. (30) und (31) unterscheiden sich nur durch das Vorzeichen des Fehlers. Sie sind übrigens identisch mit Gl. (19). Die Bedingungen $\cos \psi_3 = \pm 1$ und $\cos \varphi = 1$ sind nun praktisch im allgemeinen nicht erfüllt. Trotzdem kann die einfache Gl. (30) stets zur Abschätzung des bei bestimmtem δ und p zu erwartenden maximalen Fehlers benutzt werden. Wie Zahlentafel 1 zeigt, sind nämlich die Abweichungen zwischen den nach Gl. (28) für den extremen Fall $\cos \varphi = 0$ berechneten wahren größten Fehlern ($\delta > 1$) und den nach Gl. (30) in Annäherung berechneten Fehlern f_3 ziemlich gering. Für die Werte $\delta < 1$ ist der nach Gl. (30) berechnete Fehler selbst der Höchstwert.

Zahlentafel 1.

δ	$f_R = f_3$ %	f_R %	f_3 %	$f_R - f_3$ %	f_R %	f_3 %
0,3	-0,77	-0,92	-0,28	-7,7	-9,2	
0,5	-0,67	-0,81	-0,40	-6,7	-8,1	
0,7	-0,59	-0,68	-0,47	-5,9	-6,8	
0,9	-0,53	-0,55	-0,50	-5,3	-5,5	
1,0	-0,50	-0,50	-0,51	-5,0	-5,3	-5,0
1,4	-0,42	-0,34	-0,48	-4,2	-3,4	-4,8
1,8	-0,36	-0,24	-0,43	-3,6	-2,4	-4,3
2,2	-0,31	-0,17	-0,38	-3,1	-1,7	-3,8
2,6	-0,28	-0,13	-0,34	-2,8	-1,3	-3,4
3,0	-0,25	-0,10	-0,30	-2,5	-1,0	-3,0
$\cos \varphi = 1$			$\cos \varphi = 0$	$\cos \varphi = 1$	$\cos \varphi = 0$	
$p = 0,01$				$p = 0,1$		

Zusammenfassung.

Bei der Messung eines Wechselstromwiderstandes nach der Dreivoltmetermethode ist die Betragsbestimmung einfach, die rechnerische oder zeichnerische Ermittlung des Phasenwinkels dagegen umständlich. Die in Abb. 2 gegebene Fluchtentafel erleichtert die Winkelbestimmung. Ordnung von Hundertsteln, beträgt er das Hundertfache,

²⁾ Der Einfluß von χ_3 auf φ'' ist hier wieder vernachlässigt. Diese Vernachlässigung ist für die in Zahlentafel 1 enthaltenen Werte f_3 zulässig.

³⁾ Das kann angenähert eintreten, wenn z. B. der Spannungsabfall an einem Scheinwiderstand mit vorwiegend induktivem Imaginärteil bei hoher Frequenz mit einem elektrostatischen Spannungsmesser gemessen wird.

Endlicher Voltmeterwiderstand verursacht Fehler bei der Messung der Teilspannungen. Es wird eine einfache Näherungsformel für die bei bestimmten Widerstandsverhältnissen zu erwartenden Höchstfehler abgeleitet. Beträgt der Voltmeterwiderstand etwa das Zehnfache der Reihenwiderstände, so halten sich die Höchstfehler in der Größen-

so liegen die Höchstfehler in der Größenordnung von Tausendsteln. Bei genügend hohem Voltmeterwiderstand wird man mit Rücksicht auf gleiche Ablesegenauigkeit die Reihenwiderstände etwa im Verhältnis 1:1 wählen, d. h. den reellen Vorwiderstand gleich dem zu erwartenden Betrage des unbekannten Wechselstromwiderstandes machen. Entsprechend sind die Bereiche der Fluchtentafel gewählt.

Verzerrung von Wanderwellen durch Koronaerscheinungen.

621. 3. 015. 34 : . 014. 4

Durch die bei Koronaentladungen auftretende Kapazitätserhöhung wird der gesamte Energieinhalt einer unter der Spannung U stehenden Freileitungsanlage vom Betrage $C U^2$ auf den Betrag $C' U^2$ vergrößert, wenn C bzw. C' die Kapazität der Leitung ohne bzw. mit Korona bedeuten. Die zeitliche Änderung dieser Energiezunahme muß gleich sein den bei der Spannung U auftretenden Koronaverlusten, die der Verfasser¹⁾ — dem Peek'schen Gesetz entsprechend — dem Spannungsausdruck $(U - U_d)^2$ proportional setzt, wenn U_d die Anfangsspannung der Leitung bedeutet. Dieser Ansatz führt in Verbindung mit den bekannten Beziehungen über die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen längs Leitern zu einer nichtlinearen Differentialgleichung zweiter Ordnung, die durch Substitution gelöst wird. Dabei wird der Einfachheit halber angenommen, daß die Kapazität C' von der Spannung unabhängig sei. Als Lösung werden zwei Reihenansätze angegeben, aus denen sich die Strom- und Spannungsverteilung längs der Leitung unter dem Einfluß von Koronaentladungen ermitteln läßt.

Für eine Deutung des Rechenergebnisses sind die abgeleiteten Gleichungen jedoch unbrauchbar und werden deshalb umgeformt. Zu diesem Zwecke denkt sich der Verfasser den ganzen Raum längs der Leitung in einzelne Abschnitte unterteilt, innerhalb welcher die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Welle als konstant angenommen werden kann, wodurch die Differentialgleichung eine lineare Form annimmt. Die Lösung besagt, daß die Grundwelle unverzerrt bleibt und sich wie auf einer koronafreien Leitung ausbreitet. Der Grundwelle überlagert sind Harmonische, deren Amplituden mit der Laufzeit zunehmen und deren Fortpflanzungsgeschwindigkeiten von jener der Grundwelle verschieden sind.

Das Ergebnis läßt sich dahin zusammenfassen, daß die ursprünglich auf der Leitung einziehende Welle beim Durchlaufen des Koronagebietes stark verzerrt wird. Die Steilheit der Wellenstirn geht dabei verloren. In Übereinstimmung mit den experimentellen Untersuchungen von F. Voerste²⁾ und W. Förster³⁾ wird die Verzerrung um so größer, je größer die Laufzeit der Welle ist. Der Verfasser erwähnt am Schluß, daß die Ableitung nicht als vollständig betrachtet werden kann, und bezweifelt zudem, ob der Peek'sche Verlustansatz für so kurzzeitige Vorgänge Gültigkeit besitzt. [Anmerkung: Die Anwendbarkeit des nur für Wechselspannungsvorgänge gültigen Peek'schen Gesetzes ist nach Ansicht des Berichters unter den gegebenen Verhältnissen sehr fraglich. Es wäre richtiger, die Verluste dem aus der Gleichspannungskorona⁴⁾ abgeleiteten Spannungsausdruck $U^2 (U - U_d)$ proportional zu setzen.] H. P.

¹⁾ H. Ogawa, Elektrotechn. J. Tokio 2 (1938) S. 10; 4 S. 0 Abb.

²⁾ ETZ 54 (1933) S. 452.

³⁾ ETZ 56 (1935) S. 530.

⁴⁾ H. Prinz, Diss. T. H. München 1935 und Arch. Elektrotechn. 31 (1937) S. 756.

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 316. 57.(083. 133) Britische Stellungnahme zu den neuen Schalterprüfvorschriften. — Einleitend wird eine Reihe von Anforderungen genannt, die von einer guten Vorschrift erfüllt werden müssen: Die geprüften Geräte müssen sich im Betrieb bewähren, daher dürfen die technischen Forderungen nicht zu leicht sein, aber auch mit Rücksicht auf die Kosten nicht zu scharf. Sie sollen ferner in gedrängter Form die Erfahrungen der Praxis und des kaufmännischen Gebrauchs berücksichtigen und keine zu hohen Anforderungen an die Vorkenntnisse des Benutzers stellen. Schließlich sollen die vorgeschriebenen Prüfungen auch in den zur Verfügung stehenden Prüffeldern der Hersteller durchführbar sein, da andernfalls nur ein „totes Papier“ entstünde.

In diesem Sinne ist in den neuen engl. Vorschriften¹⁾ gegenüber der letzten Fassung aus dem Jahre 1929 eine Reihe neuer Festlegungen hinsichtlich Einschaltstrom, Ausschaltstrom, wiederkehrender Spannung, Phasenverschiebung, Schaltzyklus getroffen worden; andere Faktoren, so vor allem die Frage des Spannungsanstieges und der Eigenfrequenz der wiederkehrenden Spannung, wurden mit Recht offen gelassen, da noch ausreichende Kenntnisse und Erfahrungen fehlen. In den Grundzügen stimmen die neuen britischen Vorschriften mit den IEC-Vorschriften überein, die zweifellos vom technischen Gesichtspunkt aus allgemeine Zustimmung finden werden. Im Gegensatz zu diesen, aber in Übereinstimmung mit den neuen deutschen Regeln halten die britischen Vorschriften an der Abschaltleistung in MVA fest, da dies der Praxis beider Länder entspricht. (Die Bedeutung der „Leistungsdecke“ und „Stromdecke“ in den R.E.H. 1937 wurde offensichtlich nicht ganz verstanden, jedenfalls ist die Ansicht, daß in den R.E.H. 1937 genormte Stufen für den Ausschaltstrom fehlen, die im Entwurf ETZ 57 (1936) S. 665 enthalten waren, nicht zutreffend, vgl. § 21 b der R.E.H.)

Eingehend wird die Zweiteilung der BSS-1937 für Schalter bis und über 500 MVA begründet. Es sei bei weitem richtiger, erfüllbare Vorschriften herauszugeben, als den unvermeidlichen Kompromiß jeweils dem Hersteller und Käufer zu überlassen. Die Erlaubnis in den BSS-1937, Teil II, eine kleinere wiederkehrende Spannung für große Abschaltleistungen zuzulassen, werde den Betriebsfällen gerecht, in denen es sich um Kraftwerks-Sammelschienen- oder Generatorschalter handle, wenn auch andere Fälle mit größerer wiederkehrender Spannung vorkommen könnten. Andererseits sei die Vergrößerung der Prüffeldleistung ein sehr teures Mittel, dessen Kosten letzten Endes doch auf das Fabrikat und damit auf den Käufer fallen. Der Vorschlag von Marx²⁾, mit dem die Prüffeldleistung etwa verdoppelt werden könne, sei noch im Versuchsstadium. Bei Schaltern mit mehreren Löschstrecken könne man von der Prüfung eines Elementes auf die Leistung des ganzen Schalters schließen, wenn die Spannungsverteilung gleichmäßig sei. Schließlich könne auch das zweiteilige Prüfverfahren (bei voller Spannung größtmöglicher Strom, der volle garantierte Strom bei reduzierter Spannung) Aufschluß über das Verhalten bei voller Leistung geben, wenn Lichtbogenlänge und -dauer hinreichend berücksichtigt werden. Eine Begründung dafür, daß der $\cos \phi$ bei Schaltern unter 500 MVA 0,15, bei Schaltern über 500 MVA dagegen 0,3 betragen soll, wird nicht gegeben.

Es ist ein dritter Teil der Vorschriften in Arbeit, der sich mit Schaltern unter 3,3 kV im wesentlichen für industrielle Zwecke befaßt. Da solche Schalter im Betrieb meist härter herangenommen werden, sei eine Verringerung der Schaltzahl bei der Prüfung nicht zweckmäßig. Bei den zum Schluß gezeigten Schaltern für 1500 MVA bei 66 kV und 1000 MVA bei 6,6 und 11 kV ist leider nicht angegeben, ob es sich um die symmetrische oder unsymmetrische Abschaltleistung handelt, wie sie in IEC, BSS und R.E.H. festgelegt sind. [C. C. Garrard, Electrician 120 (1938) S. 95; 2 S., 5 Abb.] W. Kn.

621. 315. 221 001. 4 Ein elektrisches Verfahren zur Ermittlung von Unregelmäßigkeiten des Bleimantels von Kabeln. — Bei Hochspannungskabeln sind Ungleichförmigkeiten des Bleimantels unerwünscht, die Überwachung der

Mantelstärke mittels Mikrometermessungen ist jedoch umständlich. Schwankungen in der Beheizung der Bleipresse ändern den Zufluß an Blei zur Düse, und hiervon hängt wiederum die Dicke des Mantels ab. Zur leichten und auch laufend anwendbaren Überwachung ist ein auf einer Brückenschaltung beruhendes Meßgerät entwickelt. Zwei Spulen erzeugen in einem U-förmigen Eisenkern, dessen Pole dicht über den Bleimantel hinweggeführt werden, einen Kraftfluß. Die Induktivität ändert sich stark bei Schwankungen der Bleimantelstärke. Als besonders geeignete Frequenz des Meßwechselstroms haben sich 1400 Hz erwiesen; bei niedrigeren Frequenzen ist der Einfluß der Bleimasse auf die Induktivität zu gering, und bei Frequenzen von über 2000 Hz etwa dringen die Kraftlinien nur wenig in den Bleimantel ein, so daß Unterschiede in dessen Dicke sich nicht mehr

bemerkbar machen. Die Brückenschaltung besteht aus der Stromquelle von 1400 Hz, aus dem Brückenzweig mit Verstärker und einem Nullinstrument, aus zwei gleichen ohmschen Zweigen von je 1000 Ω und zwei induktiven Zweigen. Diese werden von je einer Spuleneinheit gebildet, die an zwei gegenüberliegenden Stellen des Kabelmantels angeordnet sind. Außerdem befinden sich in den induktiven Zweigen der Brücke Einstellinduktivitäten. Die Stromquelle liegt am Verbindungspunkt der beiden Spuleneinheiten und am Verbindungspunkt der beiden ohmschen Widerstände.

Abb. 1 zeigt ein solches Meßgerät im Querschnitt. Man erkennt die in einem Aluminiumtragrahmen untergebrachten Spuleneinheiten, welche auf Führungsrollen dicht über den Bleimantel gleiten. Der Rahmen läßt sich samt Spulen auseinanderklappen, damit er leicht auf

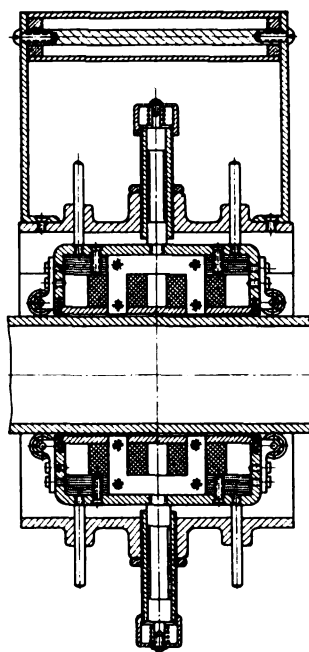


Abb. 1. Querschnitt durch das Meßgerät.

ein Kabel aufgesetzt werden kann. Man bringt das Gerät zunächst auf einen fehlerlosen Bleimantel und stellt mittels der Einstellinduktivität das Nullinstrument auf Null ein. Bei Abweichungen des zu prüfenden Bleimantels schlägt der Zeiger nach rechts oder links aus und gibt dadurch an, auf welcher Seite der Bleimantel dicker ausgefallen ist als auf der andern. Mit Hilfe von Relaischaltungen kann das Gerät auch zur selbsttätigen Steuerung der Gasbeheizung der Bleimantelpresse benutzt und so die Überwachung der Bleimantelgleichmäßigkeit laufend gestaltet werden. [W. E. Laycock, J. Inst. electr. Engrs. 82 (1938) S. 101; 4 S., 7 Abb.] Eg.

621. 315. 21. 004. 6 Aufdeckung von Hohlräumen in Kabeln. — Die Hohlraumbildung muß bei Hochspannungskabeln bekanntlich möglichst vermieden werden. Zur Feststellung von Hohlräumen dient das nachstehend beschriebene Verfahren. Mit einer feinen Bandsäge wird aus dem fertigen Kabel ein Stück von einigen Zentimeter Länge herausgeschnitten, in einer besonderen Vorrichtung das Tränköhl mit Benzol allmählich entfernt und das ölfreie Prüfstück bei 100° C getrocknet und so jeder Benzolrest entfernt. Unter Verhinderung von Luftzutritt wird das Prüfstück dann mit Styren getränkt, der dazu dienende Behälter wird im Ölbad auf 125° C erwärmt. Zunächst läßt man die mit Luft und eingeschlossenen Gasen gemischten Styrendämpfe entweichen, dann wird der Behälter völlig geschlossen. Nach 60 bis 80 Std. läßt man abkühlen und erhält einen durchsichtigen Styrenzylinder, in den das Kabelstück eingebettet liegt. Aus diesem Körper wird eine dünne Scheibe gesägt, deren Schnittflächen auf einer Drehbank ab-

¹⁾ Siehe W. Kaufmann, S. 553 dieses Heftes.

²⁾ ETZ 57 (1936) S. 583; 58 (1937) S. 724.

gedreht werden. Bei Durchleuchtung mit einer starken Lichtquelle ergibt sich ein alle Feinheiten des Kabelquerschnitts zur Darstellung bringendes Bild. Mit einem verschiebbaren Mikroskop lassen sich die Papierschichten auf ihr mehr oder weniger gutes Aneinanderliegen genau untersuchen, und mittels Planimeters kann man die von der Isolation und dem Beilauf eingenommenen Räume ausmessen und mit den angestrebten Werten vergleichen. Auf diese Weise gelingt eine genaue Überwachung der Kabelherstellung. Die weißen Striche in der gewickelten Isolation der Adern zeigen Hohlräume an; wo sie sich häufen, ist also das Papier zu locker gewickelt. Man findet so auch Stellen, an denen das Kabelpapier sich dem kreisbogenförmigen oder gestreckten Teil des Umfangs eines Sektorleiters nicht ausreichend anschmiegt hat. [K. S. Wyatt, D. L. Smart u. J. M. Reynar, Electr. Wld., N. Y. 108 (1937) S. 1874; 2 S., 4 Abb.] *Eg.*

Elektromaschinenbau.

621. 313. 2. 017 Zusatzverluste von Gleichstrommaschinen. — Die Verfasser beschreiben ein Meßverfahren, das eine schnelle und bequeme Ermittlung der Zusatzverluste von Gleichstrommaschinen gestattet. Allerdings braucht man hierzu zwei gleiche Maschinen, die nach Abb. 2 in Kreisschaltung

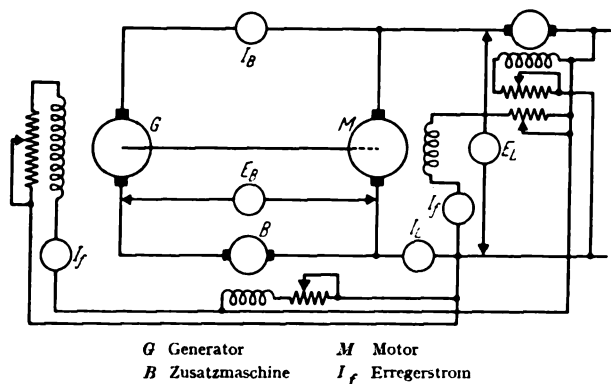


Abb. 2. Kreisschaltung zur Bestimmung der Zusatzverluste, Antriebsverluste elektrisch gedeckt.

tung belastet werden. Die Erregerströme beider Maschinen werden gleich gehalten und die Ankerströme durch Spannungsänderung der Zusatzmaschine *B* auf verschiedene Werte eingestellt. Jedesmal, wenn die Maschinen Beharrungstemperaturen erreicht haben, wird der Spannungsabfall unter den Bürsten gemessen und der Gesamtverlust beider Maschinen abgelesen $V = E_L I_L + E_B I_B$. Hierauf schaltet man den speisenden Generator ab (Maschine rechts). Die Maschinen laufen aus, wobei jedoch die Zusatzmaschine noch weiter annähernd denselben Strom liefert. Sobald die Maschinen zum Stillstand gekommen sind, werden die Widerstände von Anker-, Wendepol- und Reihenschlußwicklung gemessen und die Maschinen sofort wieder angefahren und auf die vorher eingestellte Last gebracht. Nun berechnet man die EMK von Motor und Generator und erregt beide Maschinen mit den entsprechenden Erregerströmen, schaltet die Zusatzmaschine ab und kann so Reibungs- und Eisenverluste messen. Die Zusatzverluste erhält man nach Abzug aller gemessenen Einzelverluste von den Gesamtverlusten V . Um nun die Zusatzverluste beider Maschinen zu trennen, trägt man die Werte auf logarithmischem Papier über dem Mittelwert der beiden Ankerströme I auf. Da $V_z \approx k I^n$ ist, läßt sich hierdurch n bestimmen. Somit entfällt auf

den Motor der Zusatzverlust $V_z \frac{I_m^n}{I_m^n + I_g^n}$ und auf den

Generator $V_z \frac{I_g^n}{I_g^n + I_m^n}$. Zu denselben Ergebnissen kommen

die Verfasser durch ein anderes Meßverfahren, bei dem die beiden Maschinen nicht elektrisch, sondern mechanisch durch einen Motor angetrieben werden. An Hand von Prüferten wird der Einfluß von Drehzahl, Belastung und Feldstärke auf die Zusatzverluste in Kurven gezeigt. [Schilling u. Koopman, Electr. Engng. 56 (1937) S. 1487; 4 S., 10 Abb.] *Zrn.*

621. 313. 1. 013. 5 Über die Nutstreuung elektrischer Maschinen. — Teil I. Rechteckige, offene, halbgeschlossene, trapezförmige Nuten: Die Nutstreuung elektrischer Maschinen wird seit langem in der Praxis auf Grund der im Schrifttum angegebenen Beziehungen berechnet. Nur gelegentlich wurde, wie in den von Jasse und Ziganke¹⁾ angestellten Untersuchungen, darauf hingewiesen, daß die auf teilweise sehr stark vereinfachten Annahmen beruhenden Berechnungsformeln gegenüber den aus dem tatsächlichen Feldverlauf erhaltenen Beziehungen ziemlich erhebliche Abweichungen ergeben. In der vorliegenden Arbeit wurden daher die gebräuchlichsten Nutformen einer eingehenden experimentellen und soweit möglich auch rechnerischen Untersuchung unterzogen. Dabei ergab sich, daß eine genaue mathematische Beschreibung der Nutbegrenzung schon bei einfachen Nutformen zu praktisch unüberwindlichen rechnerischen Schwierigkeiten führt. Infolgedessen wurden mit Hilfe von in der Nutmittelebene angeordneten Prüfwindungen die Leitwertzahlen durch Messung bestimmt. Um einen möglichst genauen Einblick in die Verhältnisse zu gewinnen, wurden die Messungen bei verschiedenen von 50 Hz bis 15 Hz abnehmenden Frequenzen, verschiedener Stromdichte und geänderter Stabhöhe durchgeführt. Durch Extrapolation der in Abhängigkeit von der Frequenz aufgetragenen Leitwertzahlen auf die Frequenz Null ließ sich die für die Berechnung gewünschte Leitwertzahl der einzelnen Nuträume erhalten.

Bei den im ersten Teil der Arbeit behandelten rechteckigen, parallelwandigen und trapezförmigen Nuten ergab sich für die Leitwertzahl des von der Wicklung eingenommenen Nutraumes gute Übereinstimmung zwischen Messung und den im Schrifttum üblichen Werten. Dagegen mußten die Leitwertzahlen der Nuträume zur Aufnahme des Nutkeils zum Teil erheblich verbessert und zum Teil völlig neu ermittelt werden, da ausreichende Unterlagen im Schrifttum nicht vorhanden sind. Gleichzeitig ergab sich die Möglichkeit, die von Jasse und Ziganke errechneten Werte zu prüfen und zu verbessern sowie an Stelle der dort angegebenen Kurvenschar zur Ermittlung der Leitfähigkeit eine rechnerische Beziehung zu entwickeln, die es überdies ermöglicht, eine Anzahl von Nuträumen zur Aufnahme des Keils einheitlich im formelmäßigen Aufbau zu behandeln. — In einem noch folgenden zweiten Teil der Arbeit sollen Nuten mit halbkreisförmigen Abrundungen und kreisförmige Nuten rechnerisch und experimentell behandelt werden, im dritten Teil der geschlossene Nutsteg mit seinen Eigenschaften und der Einfluß der Stromverdrängung. [H. Rothert, Arch. Elektrotechn. 32 (1938) H. 5, S. 306; 23 S., 36 Abb.]

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 314. 621 : 621. 317 Mechanischer Meßgleichrichter mit einstellbarer Schaltphase. — Um die Messung selbst schwacher Wechselströme bzw. geringer Spannungen nach Größe und Phase mit empfindlichen Gleichstrominstrumenten möglichst leistungslos vornehmen zu können, wurde ein mechanischer Gleichrichter mit einstellbarer Schaltphase entwickelt. Das Gerät enthält einen Magnetschalter in Form einer einseitig eingespannten Blattfeder mit einem

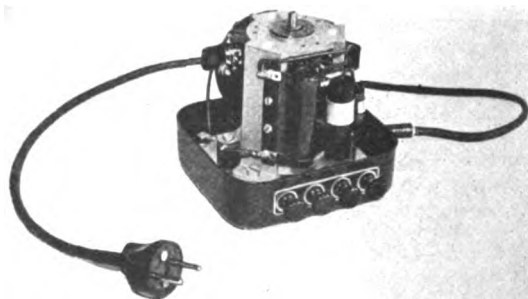


Abb. 3. Meßgleichrichter ohne Kappe.

Dauermagneten. Die Blattfeder kann am freien Ende Schwingungen in einer Ebene ausführen. Dabei bewirkt sie eine Kontaktgabe nahe ihrer Einspannstelle während der Dauer einer Halperiode der Schwingung. Dieses System wird nun nicht von einem Wechselfeld erregt, sondern es ist in einem durch eine Kunstschiene erzeugten Drehfeld an-

¹⁾ Jasse u. Ziganke, Arch. Elektrotechn. 22 (1929) S. 177.

geordnet. Da nur die in die Richtung der Schwingungsebene der Blattfeder fallende Komponente jeweils auf das System einwirkt, kann durch eine räumliche Drehung des Feldsystems die Schaltphase der Kontaktgabe beliebig eingestellt werden. Das Gerät erfordert also hierfür zusätzlich keinen Phasenschieber. Auf diese Weise kann eine Halbperiode einer vollen Periode eines Wechselstroms etwa zwischen 2 Nulldurchgängen gemessen werden. Damit kann der Mittelwert und daraus bei bekanntem Formfaktor der Effektivwert gefunden werden. Mittels einer Skala am Gerät, an der die Winkel abgelesen werden können, um die das Feldsystem jeweils gedreht wird, können Phasenbeziehungen ermittelt werden.

Der neue Gleichrichter, der sämtliche Schaltelemente enthält — einschließlich einer Kunstschaltung zur Erzeugung des Drehfeldes — hat eine Grundfläche von etwa $12 \times 12 \text{ cm}^2$ und eine Höhe von etwa 13 cm (Abb. 3). Das Gerät braucht zur Inbetriebnahme nur an das Wechselstromnetz von 50 Hz angeschlossen zu werden. Die Leistungsaufnahme beträgt etwa 5 W. Der Gleichrichter gestattet selbst noch Messungen unter Verwendung eines Spiegelgalvanometers. Der Phasenmeßfehler entspricht etwa dem der Phasenschieber für Meßzwecke. Die Meßgenauigkeit liegt bei Effektivwertmessungen bei sinusförmigem Verlauf der Meßgröße innerhalb der bei Präzisionsmessungen einzuhaltenden Grenzen. [E. Froböse, Arch. Elektrotechn. 32 (1938) H. 4, S. 209; 12 $\frac{1}{2}$ S., 19 Abb.]

Elektrische Prüfmäßer. — Den Werken der Stadt Halle a. S. AG. in Halle ist die Genehmigung erteilt worden¹⁾, als Elektrisches Prüfmä 51 amtliche Prüfungen und Beglaubigungen von Elektrizitätszählern und elektrischen Meßgeräten auszuführen, und zwar

mit Gleichstrom bis 100 A 600 V,
mit Wechsel- und Drehstrom bis 200 A 15 000 V.

Der von der Firma Paul Firchow Nachfolger, Apparate- und Uhren-Fabrik AG. in Berlin errichteten Prüfstelle ist die Genehmigung erteilt worden²⁾, als Elektrisches Prüfmä 53 amtliche Prüfungen und Beglaubigungen von Elektrizitätszählern und elektrischen Meßgeräten auszuführen, und zwar

mit Gleichstrom bis 100 A 600 V,
mit Wechsel- und Drehstrom bis 100 A 600 V.

Fernmeldetechnik.

621. 395. 44 : . 8 Nichtlineares Nebensprechen bei der gemeinsamen Übertragung mehrerer modulierter Trägerwellen. — An die Linearität von Verstärkern, die mehreren Nachrichtenkanälen gemeinsam sind, müssen hohe Anforderungen gestellt werden. Geschickte Wahl der Betriebsspannungen und der Belastungswiderstände, Kompensation und Gegenkopplung sind Mittel, die notwendige Linearität zu erzielen; bei weitergehenden Ansprüchen bleibt nur noch die Herabsetzung der Aussteuerung. Diese Maßnahme ist besonders dann unangenehm, wenn, wie beim hochfrequenten Drahtfunk, die Träger, die die größte Leistung verbrauchen, mitübertragen werden. Um die Beziehungen zwischen der abgebbaren Leistung und den Anforderungen an die Nichtlinearität eines Verstärkers übersehen zu können, ist es notwendig, einen Überblick über die vielen entstehenden Kombinationschwingungen zu gewinnen. Diese Überlegungen werden rechnerisch durchgeführt im Anschluß an das Beispiel eines hochfrequenten Drahtfunkverstärkers, und zwar, da bei diesem wegen des begrenzten Frequenzbandes (kleiner als eine Oktave) die Störungen durch Glieder 2. Ordnung herausfallen, nur für die Glieder 3. Ordnung. Es wird gezeigt, daß bei Vorhandensein eines modulierten und eines unmodulierten Trägers durch das Glied 3. Ordnung in der Kennlinie des verzerrenden Gliedes folgende Störungen auftreten:

- a) die Amplituden der ursprünglichen Frequenzen und der Modulationsgrad werden geändert,
- b) im modulierten Programm treten höhere Harmonische der Modulationsfrequenz von 2. und 3. Ordnung auf, die sich nach der Demodulation als niederfrequenter Klirrfaktor bemerkbar machen,
- c) beim nichtmodulierten Träger tritt eine Störmodulation mit der Modulationsfrequenz und ihrer 2. Harmonischen auf (nichtlineares Nebensprechen),
- d) es bilden sich zwei neue Träger, von denen der eine mit der Grundfrequenz der Modulation, der andere außerdem noch mit der 2. Harmonischen moduliert ist.

Zur zahlenmäßigen Abschätzung wird der Begriff des Störverhältnisses v_s eingeführt, das dem Quadrat des modulierten

Trägers proportional ist, und der Ausdruck $bs = 1/v_s$ als „Dämpfung des linearen Nebensprechens“. Diese ist also von der Amplitude und nicht von der Frequenz abhängig, das Übersprechen ist daher ziemlich gut verständlich. Das Störverhältnis ist immer größer als der Klirrfaktor, den man bei derselben größten Aussteuerung ansetzen muß.

Weiterhin werden die gleichen Verhältnisse für drei oder mehr Programme untersucht, wobei die Amplituden der einzelnen Träger einmal im Verhältnis 1 : 1 : 1 und das anderemal als 1 : 2 : 3 angesetzt werden (ohne und mit Vorentzerrung).

Für die eindeutige Festsetzung der abgebbaren Leistung werden Vorschläge gemacht. Einem Verstärker mit Vorentzerrung kann man insgesamt etwa die gleiche Leistung entnehmen wie einem Verstärker ohne Vorentzerrung. Bei dem ersten wird aber die Leistung gleichmäßiger auf die einzelnen Frequenzen verteilt. Für den einzelnen Verstärker im Hochfrequenz-Drahtfunksystem wird man in Betracht dessen, daß sich die Störmodulationen hintereinanderliegender Verstärker addieren, eine Dämpfung des linearen Nebensprechens von 6 bis 8 Neper als zulässig ansehen können. Der oberen Grenze entspricht ein Klirrfaktor von nur etwa 0,02 bis 0,03 %. [F. Strecker, Veröff. a. d. Gebiet der Nachr.-Techn. 7 (1937) S. 257; 7 S., 5 Abb.] *Mbs.*

621. 396. 84. 08 Bestimmung des zulässigen Feldstärkeverhältnisses zweier gleichzeitig empfangenen Sender in Abhängigkeit vom Frequenzabstand. — Für die Aufstellung eines Rundfunkwellenplanes für ein ausgedehntes Versorgungsgebiet ist die Kenntnis des zulässigen Feldstärkeverhältnisses zweier gleichzeitig empfangenen Sender in Abhängigkeit vom Frequenzabstand erforderlich. Dieser durch Ohr- und Empfängereigenschaften bedingte Verhältniswert darf nicht überschritten werden, wenn ein befriedigender Gehöreindruck der Darbietungen des gewünschten Senders gewährleistet werden soll. Die experimentelle Ermittlung des Verhältnisses wird zweckmäßig mit einem Empfänger durchgeführt, der zur Erzielung gut wiedergebar und vergleichbarer Ergebnisse wohlbestimmte elektrische Eigenschaften besitzt (u. a. lineare Gleichrichtung, $\pm 7500 \text{ Hz}$ Bandbreite) und daher aus elektrisch wohlbestimmten Einzelgeräten zusammengesetzt wurde (H. F.-Bandfilter, aperiodischer H. F.-Meßverstärker, linearer Gleichrichter und N. F.-Verstärker). Nach einem subjektiven Meßverfahren werden Nutz- und Störsender betriebsmäßig mit verschiedenen Programmen gemodelt und das zulässige Feldstärkeverhältnis durch Abhören am Lautsprecher festgestellt. Ein objektives Meßverfahren arbeitet mit betriebsmäßig gemodeltem Störsender, während der Nutzsender derart mit einem künstlichen Störgeräusch gemodelt wird, daß Modelung und Differenzton des Störsenders gerade verschwinden. Die gemittelten Meßergebnisse (6 Versuchspersonen) werden graphisch dargestellt. Sie zeigen im Bereich von 50 bis 10 000 Hz qualitativ den Verlauf der Ohrempfindlichkeitskurve, während für Frequenzabstände $< 40 \text{ Hz}$ das Feldstärkeverhältnis konstant bleibt. Darin kommt zum Ausdruck, daß für Abstände $> 50 \text{ Hz}$ nur der Schwebegeston zwischen den Trägerwellen, für Abstände $< 40 \text{ Hz}$ nur das Programm des Störsenders stört. Im Bereich 50 bis 6000 Hz beträgt das zulässige Verhältnis $3 \cdot 10^{-4}$, für Abstände $< 50 \text{ Hz}$ und $> 6000 \text{ Hz}$ ist ein Verhältnis von $1 \cdot 10^{-3}$ ausreichend. Objektives und subjektives Verfahren ergeben vergleichbare Werte. [J. Großkopf u. E. Meinel, Telegr.-Fernspr. u. Funktechn. 26 (1937) S. 280; 4 S., 3 Abb.] *Gkf.*

Theoretische Elektrotechnik.

621. 313. 12. 015. 33. 001 Die Konstanten des Stoßgenerators für eine gegebene Wellenform. — Um bei Stoßprüfungen wiederholbare Ergebnisse erzielen zu können, muß man das Verhalten des Prüflings jeweils bei derselben Kurvenform der Stoßwelle untersuchen. Dies setzt voraus, daß die Stoßkreisconstanten, die ja den Kurvenverlauf der Stoßwelle bedingen, für jeden Fall mit großer Sicherheit vorausberechnet werden können, gleichgültig welche Kennzeichnungsart der Stoßwelle für die Berechnung herangezogen wird, ob die nach VDE oder nach IEC u. a.¹⁾. In dem vorliegenden Bericht wird ein Berechnungsverfahren geschildert, das in rascher Weise die Bestimmung der Größe dieser Konstanten bei vorgegebener Wellenform und bekannter wirksamer Kapazität des Stoßgenerators (C_S) gestattet. Abb. 4 zeigt die den Betrachtungen zugrundegelegte Stoßkreisschaltung:

Da bei der Berechnung von der Form der zu erzeugenden Stoßwelle auszugehen ist, so wurden zunächst in einer Tafel die

¹⁾ Reichsministerialblatt 1938, S. 49.
²⁾ Reichsministerialblatt 1938, S. 243.

¹⁾ Jacottet, ETZ 58 (1937) S. 41, Abb. 1.

für den Kurvenverlauf der üblichen Stoßwellen charakteristischen Konstanten λ und κ zusammengestellt (Kennzeichnung der Stoßwellen nach VDE 0450/1933 und IEC/1935). Des weiteren ist meist die Größe der Belastungskapazität (C_B , Prüflingskapazität + Zusatzkapazität) gegeben, da die wenigsten Laboratorien einen genügend abgestuften Satz von Hochspannungskondensatoren zur Verfügung haben, um jeweils das „günstigste“ Kapazitätsverhältnis wählen zu können. Aus der beigefügten Rechentafel bestimmt sich nun für λ , κ und C_S/C_B die Konstante K . Damit sind auch die gesuchten Stoßkreis-konstanten bekannt, denn es berechnet sich der Entlade-widerstand aus der Beziehung:

$$R_E = \frac{1}{C_B} \frac{\kappa}{K} \quad (1)$$

und der Dämpfungswiderstand:

$$R_D = \frac{1}{C_S} K. \quad (2)$$

Ist die Belastungskapazität wählbar, so wird man, um bei einer vorliegenden Stoßwellenform eine möglichst hohe Scheitel-spannung erzeugen zu können, die Größe der Stoßkreis-konstanten aus λ , κ und C_S wie folgt bestimmen:

$$C_B = C_S \sqrt{\kappa} \frac{1}{\lambda - 2 \sqrt{\kappa}}. \quad (3)$$

R_E und R_D ergeben sich aus den Gl. (1) und (2), wenn $K = \sqrt{\kappa}$ gesetzt wird.

Als Ausnutzungsfaktor einer Stoßanlage wird das Verhältnis

$$\xi = \frac{U_{L\max}}{U_L}$$

(Scheitelwert der erzeugten Stoßwelle zur Summe der Lade-spannungen der einzelnen Stufen eines Marxschen Stoß-generators) bezeichnet. Für die betrachtete Stoßschaltung ergibt sich für jedes Kapazitätsverhältnis C_S/C_B jeweils für eine bestimmte Wellenform ein entsprechender Ausnutzungsfaktor. Für ein C_S/C_B wird dieser am größten. Es zeigt sich nun, daß die Funktion $\xi = F(C_S/C_B)$ bei langen Wellen (z. B. $T_S/T_H = 0,5/50 \mu s$) ein sehr flaches Maximum aufweist, während bei kurzen Wellen (z. B. $T_S/T_H = 0,5/5 \mu s$) der Höchstwert ziemlich scharf auftritt. Aus einer angestellten Berechnung geht hervor, daß ein Kapazitätsverhältnis von 3,5 innerhalb der natürlichen Grenzen für alle praktisch in Frage kommenden Stoß-wellenformen eine brauchbare Ausnutzung der Stoßanlage ergibt. [R. Höfer, Arch. Elektrotechn. 32 (1938) H. 4, S. 275; 6 S., 6 Abb.]

538. 311 Über das innere magnetische Feld strom-durchflossener Querschnitte und seinen Einfluß auf die elektromagnetischen Kräfte in flüssigen Leitern mit besonderer Berücksichtigung des Wirbelkrafteffektes in Induktionsöfen. — Entsprechend der Aufgabenstellung wird zunächst das elektromagnetische Feld im Innern stromdurchflossener Leitergebilde verschiedener Art untersucht. Ausgehend vom Biot-Savartschen Gesetz werden sodann die Gleichungen für die magnetische Feldstärke im rechteckigen Querschnitt eines stromdurchflossenen Leiters (unendlicher Länge) abgeleitet. Die Formeln sind bisher im Schrifttum noch nicht veröffentlicht. Ihre Gültigkeit wird durch Kontrollrechnungen und durch den Vergleich mit dem von M. J. O. Strutt¹⁾ berechneten Ausdruck des Vektor-potentials nachgewiesen.

Anschließend hieran werden die elektromagnetischen Kraftwirkungen in stromdurchflossenen Leitern einer Betrachtung unterzogen, wobei vom Pinch-Effekt das für den kreisförmigen Querschnitt im Schrifttum bereits bekannte zusammengestellt wird, unter gleichzeitiger Erweiterung der Aufgabenstellung auf den rechteckigen Querschnitt.

In einem Abschnitt über den „Wirbelkrafteffekt“ wird rechnerisch und versuchsmäßig die Elektrodynamik des flüssigen Schmelzbades eines Einphasen-Induktionsofens mit

senkrechter Schmelzrinne behandelt, wobei von dem im Schrift-tum öfters genannten „Rußexperiment“ ausgegangen wird.

Die bei dem Springbrunnen-Versuch auftretenden Kraft-wirkungen im Schmelzbad werden untersucht, wobei der rech-nerische Nachweis über den Einfluß der Badtiefe auf die Wirbelbewegungen gegeben wird. Bei der mathematischen Be-handlung der sämtlich aus der Praxis der Elektrotechnik ent-nommenen Fragestellungen wird stets vom physikalischen Grundgedanken ausgegangen. [P. Bachert, Arch. Elektro-techn. 32 (1938) H. 5, S. 343; 3 1/2 S., 2 Abb.]

621. 318. 4. 011. 3 Induktivität von kreisrunden Spulen.

-- Nach Erwähnung von bekannten Berechnungsverfahren mit Hilfe der numerischen Tafeln von Nagaoaka für ideale Zylinder-spulen sowie der Tafeln von Grover für Spulen, die eine Radial-abmessung besitzen¹⁾, untersucht P. Bunet die Näherungs-formel von Mathieu²⁾ und macht den Vorschlag, die Induk-tivität einer Spule von mittlerem Durchmesser D und der Radialdicke r in der Weise zu berechnen, daß man sie gleich-setzt derjenigen einer idealen Zylinderspule gleicher Länge, die den Durchmesser $D + 2r/3$ besitzt. Von den Näherungs-formeln von Perry und Mathieu ausgehend, gibt er eine neue Näherungsformel

$$L = \frac{\pi^2 n^2 D^2}{a \left(1 + 0,45 \frac{D}{a} + 0,64 \frac{r}{D} + 0,84 \frac{r}{a} \right)} \quad (1)$$

an, in welcher n die Windungszahl, a die axiale Spulenlänge, r die radiale Querschnittsabmessung und D der mittlere Durch-messer ist. Ihre Genauigkeit wird für mehrere Sonderwerte von r/a und r/D geprüft. (Anmerkung des Berichters: Wird $a/D = a$ und $r/D = \rho$ gesetzt, so kann jede Näherungsformel am besten in der Weise geprüft werden, daß man im Koordinatensystem a, ρ Kurven der Einheitsinduktivität $\Phi' = L/D n^2$ einzeichnet und sie mit den genauen Integrationsformeln ent-sprechenden Kurven Φ vergleicht. Für die obige Näherungs-formel ist

$$\Phi' = \frac{\pi^2}{0,45 + a + 0,84 \rho + 0,64 a \rho}$$

und die Φ' -Kurven sind in der Abb. 5 neben den Φ -Kurven eingezeichnet. Wie ersichtlich gibt die Formel gute Ergebnisse

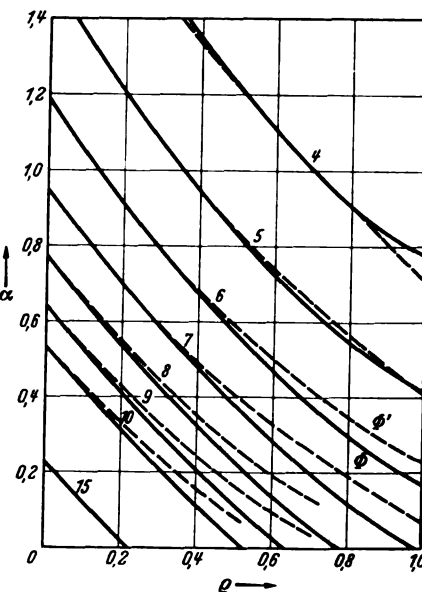


Abb. 5. Graphische Überprüfung der Näherungsformel (1) im Koordinatensystem a, ρ .

für größere a , soweit ρ nicht allzu groß ist. Für den ganzen Bereich der ρ -Werte ist sie jedoch nicht anwendbar. Die Näherungsformeln von Faye-Hansen³⁾ oder die Näherungs-formeln, die man durch Ersetzung der Φ -Kurven durch eine Geradenschar erhält⁴⁾, sind ihr daher überlegen.) [P. Bunet, Rev. gén. Electr. 43 (1938) S. 99; 8 S., 0 Abb.] ak.

¹⁾ Vgl. J. Hak, ETZ 50 (1920) S. 193, 488.

²⁾ Bewertung dieser und ähnlicher Näherungsformeln s. J. Hak, Rev. gén. Electr. 39 (1930) S. 346.

³⁾ K. Faye-Hansen, ETZ 51 (1930) S. 427 u. 1377.

⁴⁾ J. Hak, Elektrotechn. u. Masch.-Bau 51 (1933) S. 477.

¹⁾ M. Strutt, Arch. Elektrotechn. 18 (1927) S. 282.

VERBANDSTEIL.

Aus den VDE-Bezirken

Bezirk Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein E. V.

Sommerausflug.

Unser diesjähriger Sommerausflug mit Angehörigen findet am 9. Juli 1938 statt. Nähere Einzelheiten über die beabsichtigte Dampferfahrt (Dahme, Spree, Müggelsee), die gemeinsame Kaffee- und Abendtafel mit anschließendem Tanz usw. werden in der Juni-Nummer unserer VDE-Mitteilungen bekanntgegeben.

Bitte schon jetzt den 9. Juli 1938 freihalten!

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Die nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um 18⁰⁰ im Jungingenieurzimmer des VDE-Hauses, Charlottenburg, Bismarckstraße 33, statt. Die Teilnahme ist frei. VDE-Mitgliedschaft ist nicht Bedingung.

Hochspannungstechnik. Leiter: Dr.-Ing. G. Hameister VDE.

27. 5. 1938 „Kompressorlose Druckgasschalter als Leistungs- und Leistungstrennschalter“, Vortragender: Dipl.-Ing. Schultheiss VDE.

Kabel und Freileitungen. Leiter: Dr.-Ing. F. Kaiser VDE.

30. 5. 1938. „Druckgaskabel“, Vortragender: Dipl.-Ing. E. Schöne VDE. Beginn: 18³⁰.

Installationstechnik. Leiter: Dipl.-Ing. R. Schamberger VDE.

31. 5. 1938. Besichtigung des Feuerschutzmuseums der Feuersozietät der Provinz Brandenburg, Berlin W 35, Am Karlsbad 4. Pünktlich um 18⁰⁰. Teilnehmer melden sich möglichst vorher beim AG-Leiter an: R. Schamberger (Ruf: 41 00 14/704).

Meßtechnik. Leiter: Dr.-Ing. H. Boekels VDE.

1. 6. 1938. „Probleme der Störungsaufklärung in Starkstromnetzen“, Vortragender: Dr.-Ing. H. Boekels VDE.

Allgemeine Elektrotechnik. Leiter: Dr.-Ing. V. Aigner VDE.

2. 6. 1938. Vortragsreihe: Relais in der Starkstromtechnik. 8. Abend: „Schutz von Generatoren und Transformatoren“, Vortragender: Dipl.-Ing. H. Engelhardt VDE.

Elektrizitätswerke. Leiter: Oberingenieur Dipl.-Ing. B. J. v. d. Knesebeck VDE.

3. 6. 1938. Vortragsreihe: Berechnung und Bau eines modernen Dampfkraftwerkes. 10. Abend: „Praktische Anwendung des Energiewirtschaftsgesetzes“, Vortragender: Dr. Schoppe.

VDE Bezirk Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein E. V.

Der Geschäftsführer:

Burghoff

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.



Betr.: Erlöschen von Prüfzeichengenehmigungen.

Die der Firma Deutsche Telephonwerke und Kabelindustrie A. G., Berlin SO 36, Zeughofstr. 6/9, seinerzeit erteilte Prüfzeichengenehmigung für

1. Wechselstrom-Netzanschluß-Empfänger Type „Norderney“, Genehmigung Nr. 978/6,

2. Wechselstrom-Netzanschluß-Empfänger Type „Rügen 126 W“, Genehmigung Nr. 978/7

ist erloschen.

Ferner hat die seinerzeit der Telephonfabrik Berliner A. G. (Tefag), Berlin-Tempelhof, erteilte Genehmigung zur Führung des VDE-Zeichens für

1. Wechselstrom-Netzanschluß-Empfänger DAF 1011 (Arbeitsfrontempfänger), Genehmigung Nr. 567/12,

2. Wechselstrom-Netzanschluß-Empfänger VE 301 Wn (Volksempfänger), Genehmigung Nr. 567/13,

3. Gleichstrom-Netzanschluß-Empfänger VE 301 G (Volksempfänger), Genehmigung Nr. 925/1,

4. Wechselstrom-Netzanschluß-Empfänger VE 301 W (Volksempfänger), Genehmigung Nr. 925/2

ihre Gültigkeit verloren.

Die obenerwähnten Genehmigungen wurden auf Wunsch der betreffenden Herstellerfirmen gestrichen.

Für ungültig erklärt wurde ferner die der Firma F. R. Max Dietz, Gräfenenthal, erteilte Prüfzeichengenehmigung für Porzellan-Abzweigdosen 250 V, für Rohrdrahtverlegung, Pl. Nr. 450.

Die besondere Bekanntgabe des Erlöschens der im vorstehenden erwähnten Prüfzeichengenehmigungen erfolgt auf Grund des § 7, Z. 2 der Prüfordnung der VDE-Prüfstelle.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker
Zimmermann

VERSCHIEDENES.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Jubiläen. — Am 16. April d. J. beging Herr Direktor Christian Höhle sein 25jähriges Dienstjubiläum beim Verbandselektrizitätswerk Waldeck. In 25jähriger Tätigkeit baute er die Stromversorgung der Waldecker Kreise von Grund aus auf, als der Bau der Edertalsperre in den Jahren 1912 bis 1914 eine zuverlässige und billige Stromlieferungsmöglichkeit schuf. Unter seiner Leitung entwickelte sich das Verbandselektrizitätswerk Waldeck zu dem bedeutendsten Wirtschaftsgebilde des Waldecker Landes. — Am 23. 5. 1938 konnte Herr Dir. Wilhelm Pieritz, Seestadt Rostock, auf eine 25jährige Tätigkeit im Dienste der Elektrizitäts-Lieferungs-Gesellschaft, Berlin, zurückblicken. Herr Pieritz wurde am 16. 10. 1872 zu Osiny (Provinz Posen) geboren, besuchte die Höhere Maschinenbauschule in Breslau, war danach 2 Jahre im Konstruktionsbüro tätig und bezog 1896/98 die T. H. Berlin, um im August 1898 als Assistent in die Dienste von Herrn Prof. Klingenberg überzutreten. Von diesem wurde er mit der Beaufsichtigung des Baues des Elektrizitätswerkes in Rostock beauftragt. Nach Abschluß der Bauarbeiten übertrug ihm der Magistrat der Stadt Rostock am 1. 10. 1900 als Direktor die Leitung dieses Betriebes. Als am 23. 5. 1913 die ELG, Berlin, pachtweise den Betrieb übernahm, trat Herr Pieritz als technischer Betriebsdirektor in die Dienste der ELG über, der er nunmehr 25 Jahre angehört und auf verantwortungsvollem Posten hervorragende Dienste geleistet hat.

Hochschulnachrichten. — An der T. H. München wurde dem Generalinspektor für das deutsche Straßenwesen und Reichswalter des NS.-Bundes Deutscher Technik, Herrn Dr.-Ing. Fritz Todt, die Dienstbezeichnung Honorar-Professor verliehen.

BRIEFE AN DIE ETZ.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Wissenschaftlichen Leitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

621. 3. 012 : 538. 551. 42/. 3

Bemerkungen zum Aufsatz des Herrn W. Quade in der ETZ 58 (1937) S. 1313 und 1341.

Zu den Darlegungen des Herrn W. Quade darf ich mir folgende Bemerkung gestatten:

Die Auffassung

$$N_s = \sqrt{N_w^2 + \left[\sum u_k \times \mathfrak{J}_k \right]^2}$$

führt, abgesehen von der schon beim Dreiphasensystem im allgemeinen Fall verwickelten Bestimmung des Zahlenwertes einer so dargestellten Scheinleistung, gelegentlich¹⁾ zu der Aussage: „Die der (verlustfrei vorausgesetzten) Belastung zugeleiteten Speisespannungen und Speiseströme ergeben, obwohl sämtlich von Null verschieden, weder Wirk- noch Blindleistung, also $N_s = 0$.“

¹⁾ Näheres über den betr. Sonderfall, auf den m. W. zuerst S. Fryze hingewiesen hat (1932), findet man in dem einschlägigen Aufsatz von F. Emde, Elektrotechn. u. Masch.-Bau 55 (1937) S. 559, Abschnitt V. — Ausführlich behandelte diesen Sonderfall inzwischen F. Punga, ETZ 59 (1938) S. 310. Wiss. Ltg. d. ETZ.

Bildet man den quadratischen Mittelwert U_m der Leiter-Schwerpunkt-Spannungen $U_{P\nu}$ und den quadratischen Mittelwert I_m der Speiseströme I_ν , so sind U_m und I_m wegen $N_w = 0$ in jenem Fall orthogonal. Die von den quadratischen (effektiven) Systemmitteln ausgehende Betrachtungsweise liefert somit den Befund: „Reine, von Null verschiedene Blindlast; $N_b = 3 U_m I_m = N_s$.“ Hierzu s. die nachstehenden Gl. (2) und (3).

Der aufgezeigte Gegensatz wurzelt darin, daß der Quotient $N_w / \sqrt{N_w^2 + [\sum U_k \times I_k]^2}$ im allgemeinen nicht der Ungleichung von Cauchy²⁾ entspricht, durch die der Wirkfaktor λ beim Zweipol wie bei $n > 2$ m. E. gleich zweckmäßig erklärt wird. Nach dieser Auffassung gilt immer

$$\lambda = \frac{\sum_1^n U_{P\nu} I_\nu}{\sqrt{\sum_1^n U_{P\nu}^2} \sqrt{\sum_1^n I_\nu^2}} \leq 1, \quad (1)$$

$$N_s = \sqrt{\sum_1^n U_{P\nu}^2} \sqrt{\sum_1^n I_\nu^2} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum U_{ik}^2} \sqrt{\sum_1^n I_\nu^2} = n U_m I_m,^{*3)} \quad (2)$$

$$N_b = \sqrt{(n U_m I_m)^2 - N_w^2}. \quad (3)$$

In (1) gilt das rechte Gleichheitszeichen dann und nur dann, wenn die Bedingung für das günstigste Zusammenwirken der Speisespannungen und Speiseströme

$$\frac{i_\nu(t)}{u_{P\nu}(t)} = \text{konst.} = G \quad (\nu = 1, 2, \dots, n)$$

erfüllt, also $I_m \uparrow \uparrow$ oder $\downarrow \downarrow U_m$ ist.

Die Gl. (2) und (3) sind die vom Unterzeichneten vertretene Verallgemeinerung der Begriffe Scheinleistung und Blindleistung.

München, 18. 3. 1938.

Franz Buchholz.

Stellungnahme zur Zuschrift des Herrn Fr. Buchholz.

Die Kritik, die Herr Buchholz an der Auffassung

$$N_s = \sqrt{N_w^2 + \left(\sum_k U_k \times I_k\right)^2}$$

ausübt, stützt sich auf gewisse Ausnahmefälle, in denen die angegebenen Definitionen besagen, daß Wirk-, Blind- und Scheinleistung gleichzeitig verschwinden. Solche Ausnahmefälle kann man aber nicht nur für das Dreiphasensystem angeben⁴⁾, sondern auch schon für das Einphasensystem. Auch dort kann man Fälle reiner Blindlast konstruieren, in denen alle drei Leistungen gleichzeitig verschwinden und bei denen der Leistungsfaktor in der unbestimmten Form 0/0 erscheint. Wollte man demnach das Verhalten in diesen Ausnahmefällen als Einwand gegen die gegebenen Definitionen gelten lassen, so müßte man schon die allgemein anerkannten Definitionen der Blind- und der Scheinleistung für das Einphasensystem verwerfen.

Gegen die von Herrn Buchholz durch die Gleichungen (2) und (3) vertretene Auffassung der Schein- und der Blindleistung sprechen die folgenden Gründe:

1. Der nach der oben aufgeführten Gleichung gebildete Scheinleistungsausdruck N_s für das Dreiphasensystem geht stetig in den für das Einphasensystem gültigen über, wenn einer der drei Ströme gegen Null geht, d. h. wenn das Dreiphasensystem nur einphasig belastet wird. Im Gegensatz hierzu geht der Ausdruck (2) nicht in den für das Einphasensystem gültigen über, wenn einer der Ströme gegen Null geht, verhält sich also unstetig.

2) Diese liegt der bekannten Ungleichung von Schwarz zugrunde und schließt die unbestimmte Form 0:0 des Leistungsfaktors („Wirkfaktors“) aus, sofern $U_m > 0$, $I_m > 0$.

3) In Gl. (2) bedeuten bei Anwendung auf das einfache n -Leiter-System: n die Anzahl der angeschlossenen Zuleitungen; die I_ν die in ihnen fließenden eff. Ströme; die $U_{P\nu}$ die eff. Spannungen der n Anschlußpunkte dieser Zuleitungen gegen einen Bezugspunkt P (Schwerpunkt), dessen Lage z. B. durch $U_{1P} = \frac{1}{n} \sum_1^n U_{1\nu}$ definiert ist; die U_{ik} die $\frac{n}{2}(n-1)$ eff. Spannungen zwischen den Anschlußpunkten.

Die wichtige Beziehung $\sum_1^n U_{P\nu}^2 = \frac{1}{n} \sum U_{ik}^2$ wurde zuerst von A. Russell festgestellt [Alternating Current Theory, 2. Aufl., Bd. 1, S. 386, Gl. (5); Cambridge 1914].

4) Vgl. Fußnote 1 der Bemerkungen des Herrn Buchholz.

2. Man kann Fälle konstruieren, in denen bei einem ausschließlich auf ohmsche Widerstände arbeitenden Drehstrom-generator die Definition der Blindleistung nach Gl. (3) einen von Null verschiedenen Wert der Blindleistung und damit einen Leistungsfaktor kleiner als 1 liefert, ohne daß in irgend einem der drei Leiter eine Phasenverschiebung zwischen Sternstrom und Sternspannung vorhanden ist. Das Nichtverschwinden der Blindleistung (3) steht in Widerspruch zu der Tatsache, daß in einer solchen Anordnung nirgendwo ein Blindstrom auftritt. Insbesondere zeigt sich bei sinusförmigen Spannungen und Strömen, daß die durch (3) definierte Blindleistung der bekannten Beziehung⁵⁾

$$N_b = \frac{2\omega}{T} \int_0^T (W_m - W_e) dt,$$

nicht genügt, welche die Blindleistung des betreffenden Verbrauchers mit seiner magnetischen und elektrischen Energie W_m und W_e verknüpft.

Karlsruhe, 7. 4. 1938.

W. Quade.

BUCHBESPRECHUNGEN.

621. 316. 13. 014. 3

Kurzschlußströme in Drehstromnetzen. Berechnung und Begrenzung. Von Dr.-Ing. M. Walter. 2. erweit. Aufl. Mit 124 Abb. u. 167 S. im Format 170 × 240 mm. Verlag R. Oldenbourg, München und Berlin 1938. Preis geb. 8,80 RM.

Bereits nach zwei Jahren erscheint eine Neuauflage des Buches; hierin kann gewiß ein Beweis dafür gesehen werden, daß ein starkes Bedürfnis nach einem Werk vorgelegen hat, in dem in einer für den praktischen Gebrauch geeigneten Form alles zusammengefaßt ist, was für die Berechnung der Kurzschlußströme und ihrer Wirkungen benötigt wird. Nicht nur bei der Auswahl der Schalter und Sicherungen, sondern auch in den Fragen des Überstromschutzes ist ein Einblick in die Vorgänge in den Netzen von grundlegender Bedeutung.

Anlaß zu manchen Änderungen gegenüber der früheren Auflage gab das Erscheinen der VDE 0670/1937 (R.E.H.), die insbesondere bei der Berechnung des Stoßkurzschlußstromes zu berücksichtigen waren. Im Zusammenhang damit wurde auch der Abschnitt über das Schaltvermögen von Schaltern und Sicherungen überarbeitet. Den praktischen Bedürfnissen entsprechend ist jetzt in erweiterter Form auf die Berechnung des Kurzschlußstromes in vermaschten und mehrfach gespeisten Netzen eingegangen. Auch einige andere Ergänzungen, z. B. Angaben über die im Betrieb auftretenden Spannungsabfälle an Kurzschluß-Drosselspulen, werden von den Benutzern des Buches begrüßt werden. L. Binder VDE.

621. 313. 2

Elektrotechnische Lehrbücher. Bd. 3: Gleichstrommaschinen. 3. neubearb. Aufl. Von Prof. Dipl.-Ing. G. Haberland unter Mitwirkg. v. Dr.-Ing. F. Haberland. Mit 122 Abb., VIII u. 134 S. im Format A 5. Verlag Dr. Max Jänecke, Leipzig 1938. Preis kart. 2,40 RM.

Auch der 3. Band der elektrotechnischen Lehrhefte konnte neu aufgelegt werden. Haberland behandelt darin Wirkungsweise, Bau, Berechnung, Betriebseigenschaften und Anwendung der Gleichstrommaschine. Die Abschnitte über Schutzarten, Erwärmung, Stromwendung und Stabilität sind neu bearbeitet. Die Ausführungen über Werkstoffe, Hauptpole und Kurzschlußbremsung enthalten Zusätze und Änderungen. Neue Abbildungen sind hinzugekommen. — Wegen der knappen, anschaulichen Behandlung des Stoffes ist das Büchlein sehr zum Selbststudium geeignet. Aber auch der praktisch tätige Ingenieur findet darin eine gute Übersicht über die Grundlagen des Baues und Betriebes von Gleichstrommaschinen.

M. Zorn VDE.

621. 385

Lehrbuch der Elektronen-Röhren und ihrer technischen Anwendungen. Von Prof. Dr. H. Barkhausen. 4. Bd.: Gleichrichter und Empfänger. 3. und 4. vollst. umgearb. Aufl. Mit 147 Abb., 3 Schaltbildern, XV u. 294 S. im Format 150 × 225 mm. Verlag von S. Hirzel, Leipzig 1937. Preis geh. 7,50 RM, geb. 9 RM.

621. 385

Mit dem vorliegenden 4. Band ist die 3. und 4. Auflage des gesamten Werkes zum Abschluß gekommen. In diesem Band werden in drei Teilen die Gleichrichter und Empfänger behandelt.

5) Vgl. F. Emde, Elektrotechn. u. Masch.-Bau 45 (1921) S. 545, Ziff. 5.

In dem Teil A „Nichtgemodelte Wechselströme; Gleichrichter“ wird die Aufgabe der Umwandlung von Wechselstrom in Gleichstrom mit Hilfe von Elektronenröhren erläutert, doch können die vom Verfasser entwickelten Grundsätze in vielen Fällen auch auf Gleichrichter anderer Art angewendet werden, vor allem auch auf Aufgaben, die eigentlich außerhalb des Gebietes der eigentlichen Nachrichtentechnik liegen. Dieser Teil zerfällt in zwei Unterabschnitte, und zwar werden einmal die Röhren ohne Gitter, dann die Gitterröhren behandelt. Sehr zweckmäßig erscheint die Übertragung des aus der Verstärktheorie bekannten Grundsatzes für die Einteilung in A- und B-Verstärker auch auf die Gleichrichter. Der Grenzfall A bezieht sich auf kleine Wechselspannungen, bei denen die Form der Kennlinie eine entscheidende Rolle spielt. Im Grenzfall B, bei großen Spannungen, hat die Form der Kennlinie keinen Einfluß auf die Gleichrichtung. Im übrigen werden hier wieder, wie in der früheren Auflage, die drei normalen Formen der Kennlinien: Gerade, Parabel und Exponentialkurve zugrundegelegt. Die verschiedenen Anordnungen für die Gleichrichtung mit Gitterröhre: Anoden- und Gittergleichrichtung, Bremsaudion, werden im zweiten Abschnitt dieses Teiles betrachtet.

Der Teil B „Gemodelte Wechselströme; Empfänger“ beginnt mit der Darstellung der Grundlagen der Modulation. Die Seitenbandtheorie wird aufgestellt und die Gleichwertigkeit einer modulierten Schwingung mit einem System von überlagerten Schwingungen klar hervorgehoben. Der Verfasser führt dann die Betrachtung des Modulationsvorganges nach zwei Gesichtspunkten durch, und zwar einmal von der Seitenbandtheorie, das andere Mal von der periodischen Unterbrechung eines Wechselstromes ausgehend. Eine solche Behandlung hat besonderen didaktischen Wert, da sie die richtige Vorstellung über die Modulationsvorgänge fördert, über die auch in Fachkreisen sonst nicht immer völlige Klarheit herrscht.

Der zweite Abschnitt dieses Teiles bezieht sich auf die eigentliche Demodulation modulierter Wechselströme, die „Rückmodulation“. Auch hier werden die beiden Fälle der großen und kleinen Wechselspannungen A und B folgerichtig auf die Demodulation übertragen. Mit der allgemeinen Theorie der Frequenzumwandlung durch nichtlineare Glieder schließt der Teil B.

Der letzte Teil C bezieht sich auf die Rundfunkempfänger und stellt die Anwendung der vordem mehr allgemein aufgestellten Ergebnisse auf diesen praktischen Sonderfall dar. Zunächst werden die Grundsätze für den Bau verschiedener Empfängertypen, Gleichrichtung, Verstärker, Schwundregelung usw. erläutert. Eingehende Beschreibungen der praktischen Ausführung eines Volksempfängers, eines Geradeausempfängers und eines Überlagerungsempfängers mit zugehörigen Frequenzkurven, Abbildungen und eingehenden Schaltbildern beschließen das Buch.

Wie schon in den vorhergehenden Bänden des Lehrbuchs ist neben der klaren und, trotz eines geringen Aufwandes an rechnerischen Mitteln, strengen Darstellung noch folgendes zu erwähnen: Es ist dem Verfasser gelungen, auch bei verwickelten Vorgängen immer das grundsätzlich Wichtige hervorzuheben und klarzumachen. Als Beispiel sei hier auf die vorhin erwähnte Behandlung der Modulationsvorgänge verwiesen, ferner auf die Theorie der Frequenzumwandlung usw.

Nachdem nun mit dem 4. Band das ganze Werk abgeschlossen ist, kann der Berichterstatte dem Sinne nach im wesentlichen das wiederholen, was er schon bei der Besprechung des 2. und 3. Bandes gesagt hat, nämlich daß hier ein grundlegendes Werk des gesamten Schrifttums der Hochfrequenztechnik vorliegt, das dem Lernenden und dem Lehrenden, dem Ingenieur und dem Physiker, die auf diesem Sondergebiet arbeiten wollen, ein unentbehrlicher Ratgeber sein wird. Ich bin auch davon überzeugt, daß jeder, der die Bücher einmal in die Hand genommen hat, um daraus Belehrung zu suchen, immer gerne auf dieselben zurückgreifen wird. L. Pungs.

537. 228. I

Piezoelektrizität des Quarzes. Von Oberregierungsrat Dr. A. Scheibe. (Wissenschaftl. Forschungsberichte. Herausg. von Dr. R. E. Liesegang. Bd. 45.) Mit 175 Abb., XII u. 233 S. im Format 150 × 225 mm. Verlag Th. Steinkopff, Dresden und Leipzig 1938. Preis geh. 20 RM, geb. 21 RM.

Die Piezoelektrizität ist, als physikalische Erscheinung bereits seit 1880 bekannt; jedoch erst mit dem Entstehen und Wachsen der Hochfrequenztechnik ergaben sich technische Anwendungen. In den letzten 20 Jahren wurde dann auf diesem Gebiete eine große Anzahl theoretischer Forschungs- und technischer Entwicklungsarbeiten durchgeführt. Die vorliegende Monographie aus der Feder eines der führenden Fachleute gibt eine Gesamtdarstellung des ganzen inzwischen auf einen stattlichen Umfang angewachsenen Gebietes.

Die Bedeutung der Piezoquarze für die Technik liegt hauptsächlich in ihren Resonatoreigenschaften: sie vereinigen außerordentlich kleine Dämpfung mit sehr hoher Konstanz der Eigenfrequenz. So sind sie sowohl als Frequenznormale wie auch als Frequenzstabilisatoren wertvolle Hilfsmittel der Hochfrequenztechnik geworden.

Als Resonatoren verwendet man Quarzstäbe, die zu Dehnungs-, Biegungs- oder Drillungsschwingungen angeregt oder Quarzplatten, die auf Dehnung beansprucht werden. Die an einem in Resonanz schwingenden Quarz auftretenden Ladungen treten im gasverdünnten Raum als Glimmentladungen in Erscheinung. Aus den sich hierbei ergebenden charakteristischen Leuchtbildern läßt sich die Art und Ordnung der elastischen Schwingungen bestimmen.

Die Leuchtresonatoren finden Verwendung als Frequenznormale. Ein internationaler Vergleich ergab für einen bestimmten Resonator ($f_0 = 100$ kHz) eine Frequenzübereinstimmung auf $1 \cdot 10^{-5}$, also auf 1 Hz. Die Abweichungen vom Mittelwert in über mehrere Jahre sich erstreckenden Versuchsreihen liegen in der Größenordnung 10^{-6} . Man ist indessen in der Lage, die Frequenzkonstanz noch höher zu treiben, indem man den Quarz in einem auf eine bestimmte Temperatur eingeregelter Thermostaten unterbringt. Die optimale Thermostaten-Temperatur ergibt sich aus dem Verlauf der Eigenschwingung des Quarzes mit der Temperatur: das Maximum dieser Kurve entspricht der günstigsten Temperatur. Es gelingt, diese Temperatur bis auf $0,001^\circ$ zu halten. Unter Verwendung eines derartigen Thermostaten erreicht man bei den „Quarzuhren“ Konstanz von 10^{-9} bis 10^{-10} der Frequenz. Aus Gangverschiebungen und Gangzacken, die im Laufe mehrjähriger Messungen der monatlichen Gänge der Quarzuhren gegen die astronomische Zeit ermittelt worden sind, darf mit höchster Wahrscheinlichkeit geschlossen werden, daß ihre Ursache auf Schwankungen in der astronomischen Zeit und nicht auf die Quarzuhren selbst zurückzuführen ist. Der quarzgesteuerte Sender ist damit zu einem Zeit- und Frequenznormal entwickelt worden, das die besten Präzisionsuhren an Genauigkeit und Zuverlässigkeit übertrifft.

Der quarzgesteuerte Sender wird in der Funktechnik vielfach verwendet; insbesondere wird die Quarzsteuerung für den Gleichwellenrundfunk angewandt.

In einem Kapitel „Der Nachweis der Piezoelektrizität“ werden die statischen und dynamischen Meßverfahren behandelt; von ihnen sei das Verfahren von Giebe und Scheibe besonders hervorgehoben, die den Nachweis des Piezoeffektes auch an pulverförmigem Material ermöglicht.

Zum Schluß sei darauf hingewiesen, daß die Monographie ihrem Titel entsprechend nur den Quarz als Träger der piezoelektrischen Erscheinungen behandelt, während die anderen piezoelektrischen Kristalle nur in einer tabellarischen Übersicht angegeben werden. So sind z. B. die Eigenschaften des Seignettesalzes und ihre technische Verwertung (Kristallmikrophon, Kristalllautsprecher u. ä.) nicht besprochen worden.

Für alle, die sich theoretisch oder praktisch mit der Piezoelektrizität des Quarzes zu befassen haben, dürfte das vorliegende Buch ein unentbehrlicher Ratgeber sein.

W. Geffcken VDE.

621. 395

Grundlagen der Fernsprechsaltungstechnik. Von Dr.-Ing. R. Führer. (Elektrische Fernmeldetechnik. Herausg. v. C. J. H. Westphal, Bd. 4). Mit 82 Abb. u. 158 S. im Format A 5. Verlag Franz Westphal, Wolfshagen-Scharbeutz 1938. Preis kart. 4,80 RM.

Der Verfasser hat sich die Aufgabe gestellt, „dem Lernenden und dem Betriebsbeamten ein rasches Eindringen in das umfangreiche Gebiet der Selbstanschlusstechnik“ zu ermöglichen. Diese Aufgabe ist geradezu vorbildlich gelöst. Zum Verständnis des Buches werden nur die allergeringsten Vorkenntnisse vorausgesetzt. Die Darstellung ist kurz und bündig und dabei in jeder Beziehung überzeugend; sie wird durch zahlreiche gute Bilder, Kurven und Schaltungsauszüge zweckvoll ergänzt. Nach einer allgemeinen Betrachtung über die in der Schaltungstechnik vorkommenden Spannungen und Ströme werden die grundsätzlichen Bauteile nach Konstruktion und Wirkungsweise beschrieben. Den breitesten Raum nimmt alsdann die Darstellung der Schaltvorgänge selbst ein, wobei mit großem Geschick stets das Wesentliche hervorgehoben wird. Zum Schluß werden auch Übertragungstechnische Gesichtspunkte behandelt, soweit sie Rückwirkungen auf die Schaltungstechnik haben.

Der Verfasser beschränkt sich auf die bei der Deutschen Reichspost gebräuchlichen Wahlsysteme, wenn auch natürlich

vielen aus dem Inhalt allgemeine Gültigkeit hat. Bei dem umfassenden Titel des Buches wird ein Eingehen auf die Wahlnebenstellentechnik mit ihren zahlreichen, von der Amtstechnik z. T. abweichenden Problemen vermißt. Trotz dieser Einschränkung ist das Buch als Leitfaden für den Unterricht und zum Selbststudium außerordentlich gut geeignet.

H. Raettig VDE.

537- 59

Höhenstrahlung (Ultrastrahlung). Von Dr. E. Miehlnickel. (Wiss. Forschungsberichte. Naturwiss. Reihe. Herausg. v. Dr. R. E. Liesegang. Bd. 44.) Mit 69 Abb., XVI u. 316 S. im Format 150×215 mm. Verlag Th. Steinkopff, Dresden u. Leipzig 1938. Preis geh. 23,50 RM, geb. 25 RM.

Als sich vor einigen Jahren die Erkenntnis durchgerungen hatte, daß die kosmische Strahlung aus positiven und negativen Teilchen bestehe, die sich mit nahezu Lichtgeschwindigkeit fortbewegen und die an Energieinhalt alle bisher bekannten Strahlungen übertreffen, wendete sich ihr, als einem der Kernphysik sehr nahestehendem Wissenszweig, das Interesse weitester Kreise zu. Eine stürmische Entwicklung folgte, und die in Fülle einströmenden neuen Tatsachen gewährten vorerst keine Zeit zu Sammlung und Sichtung. Miehlnickels Darstellung ist der erste ausführliche Bericht, der in Buchform erscheint. Die Arbeit kommt einem schon lange gehegten Wunsche entgegen.

Das Werk gliedert sich in fünf Hauptteile. Vorangestellt ist die Entdeckungsgeschichte der Strahlung. Im ersten Abschnitt werden die „Umweltsbedingungen“ betrachtet: Der Kosmos als Sender, die Erde als Empfänger der Strahlung. Der zweite Hauptteil behandelt die Meßtechnik. Neben den bekannten Meßverfahren (Ionisationskammer, Zählrohr, Nebelkammer) wird auch die Auswertung der Beobachtungen eingehend besprochen. Dann folgen die Messungsergebnisse: Intensitätsverlauf über und unter der Erde, zeitliche Schwankungen, Richtungsverteilung, Härte, Natur der Strahlung usw. Der vierte Abschnitt behandelt das Verhalten der Strahlung in Kraftfeldern, insbesondere den Einfluß des Magnetfeldes der Erde (Breiteneffekt und andere geomagnetische Effekte). Schließlich wird die Wechselwirkung zwischen Strahlung und Materie besprochen (Absorption, Energieverlust, Sekundärstrahlung, Schauer, Stöße u. dgl.). Dieses Kapitel ist von besonderem Interesse, denn hier begegnen sich Strahlungsphysik und Atomphysik, und auf diesem Gebiet herrscht gegenwärtig die regste Forschungstätigkeit. Am Schlusse sind noch die Hypothesen über den Ursprung der Strahlung zusammengestellt.

Die Darstellung ist nicht lehrbuchmäßig. Der Verfasser vermittelt nicht in streng methodischer Folge nur gesichertes Wissensgut, sondern er führt unmittelbar in den Widerstreit der Meinungen ein. Stets sind die experimentellen Tatsachen in den Vordergrund gestellt. Dank dem ausgezeichneten Schrifttumsverzeichnis findet der Leser aber auch leicht die weniger berücksichtigte theoretische Originalliteratur.

Der mit viel Sorgfalt und Fleiß zusammengestellte Bericht hätte noch gewonnen, wenn es dem Verfasser möglich gewesen wäre, auch die neuesten Forschungsergebnisse mit zu verwerthen. Gerade die Untersuchungen des letzten Jahres ließen z. B. die Fragen nach Natur, Energieverlust, Analyse der Strahlung in neuem Lichte erscheinen. Aber dies schmälert den Wert des Werkes als einer gründlichen und umfassenden Darstellung des Standes der Forschung bis etwa Ende 1936 in keiner Weise.

R. Steinmaurer.

621. 311. 003 : 64

Die Wirtschaftlichkeit der Stromversorgung des Haushalts. Eine elektrizitätswirtschaftliche Studie unter bes. Berücks. d. Kochstromversorgung. Von Prof. Dr.-Ing. W. Willing. Mit 30 Abb. u. 56 S. im Format 165×245 mm. Verlag von Julius Springer, Berlin 1938. Preis kart. 3,60 RM.

Der Verfasser stellt sich die Aufgabe, die Frage des gerechten Kochstrompreises unter Heranziehung gemessener Kochbelastungen und vorhandener Unterlagen zu klären. Die Studie behandelt zunächst qualitativ und quantitativ die Bedeutung des Haushaltsstromverbrauchs für die deutsche Elektrizitätswirtschaft, liefert die Ableitung einer recht genauen Kostenformel sowie das Rüstzeug zu ihrer Auswertung, umreißt die Bedeutung genauer Belastungsanalysen, zeigt die praktische Anwendung an Zahlenbeispielen und zieht Schlußfolgerungen über den Einfluß des Belastungsausgleiches. Eingehend wird dann die Kochbelastung untersucht, insbesondere wird die Einwirkung der verschiedenen Faktoren, die den Belastungsverlauf beeinflussen, wie Landschaft, Jahreszeit, Lebens-

gewohnheiten, soziale Schichtung, übliche Arbeitszeit, Haushaltgröße, Herdzahl, Herdtypen usw., kritisch betrachtet. Auch die Heißwasserbereitung im Haushalt ist einbezogen. Abschließend wird unter Heranziehung der zusammengetragenen Unterlagen die Wirtschaftlichkeit der Kochstromversorgung nachgewiesen.

Der Stoff wird gut verständlich, klar und flüssig behandelt, wobei die zahlreichen wertvollen Belastungsbilder und die eingestreuerten Zahlenrechnungen und -beispiele das Verständnis sehr fördern. Es macht sich jedoch auch hier manchmal das Fehlen einheitlich festgelegter elektrizitätswirtschaftlicher Formelzeichen und Begriffe störend bemerkbar, was das rasche Durcharbeiten erschwert. Vielleicht hätte auch in dieser Studie tiefer auf diejenigen Eigenschaften der Haushaltbelastung eingegangen werden können, die den Grad ihrer Ausgleichsfähigkeit bestimmen (Intermittieren, relative Benutzungsdauer usw.). Die Schrift enthält wertvolle Hinweise, reichen Stoff und ist durch verständliche Darstellung ausgezeichnet, so daß ihr Studium jedem, der sich mit dieser Frage zu befassen hat, aber auch jedem, der sich allgemein zu unterrichten wünscht, warm empfohlen werden kann.

R. Schneider VDE.

EINGÄNGE.

Ausführliche Besprechung vorbehalten.

Bücher.

Über das innere magnetische Feld stromdurchflossener Querschnitte und seinen Einfluß auf die elektromagnetischen Kräfte in flüssigen Leitern mit besonderer Berücksichtigung des Wirbelkraft-Effektes in Induktions-Öfen. Von Dr.-Ing. P. Bachert. Mit 15 Abb. u. 62 S. im Format A 5. Verlag Buchhandlung von Baedeker, Essen. Preis kart. 4 RM.

Veranstaltungen anderer Vereine.

Deutsche Lichttechnische Gesellschaft, Bezirksgruppe Karlsruhe. 31. 5. (Di), 20¹⁵, T. H.: „Die besonderen Anwendungsgebiete der verschiedenen medizinischen UV-Strahler und die Meßmethodik“ (mit Lichtbildern und Vorführungen). Dr. med. R. Bottler.

Berichtigungen.

Herr Prof. Kloß macht mich freundlicherweise darauf aufmerksam, daß in meiner Arbeit „Streuspannung und Ankerrückwirkung von Synchronmaschinen . . .“, H. 19 der ETZ 1938, S. 492, in der Tangentenformel im Nenner das Minuszeichen fehlt. Die vollständige Formel lautet:

$$\Delta E_s = \Delta I \frac{\frac{\text{tg } \beta_2 - \text{tg } \beta_1}{1} - \frac{\text{tg } \alpha_2 - \text{tg } \alpha_1}{1}}$$

Mit dieser Formel ist auch das in der Arbeit gegebene Beispiel durchgerechnet.

L. Binder VDE.

Nachtrag zu dem Aufsatz „Zur VDE-Tagung in Köln“.

Um Mißdeutungen entgegenzutreten, sei noch ausdrücklich hervorgehoben, daß der genannte Aufsatz, H. 19 der ETZ 1938, S. 489, vornehmlich dazu dienen sollte, den Tagungsteilnehmern Hinweise zu den vom VDE veranstalteten Besichtigungen zu geben. Wenn daher einige industrielle Werke in dem Schriftsatz nicht genannt sind, so wollen daraus keine anderen Schlüsse gezogen werden.

K. Hoerner VDE.

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:

Obering. Dipl.-Ing. H. Bendfeldt VDE, Beuthen O.S., Gustav-Freytag-Str. 32.

Obering. G. Gormann, Berlin-Charlottenburg, Kaiserin-Augusta-Allee 92.

Obering. Dipl.-Ing. W. Kaufmann VDE, Berlin-Siemensstadt, Im Heidewinkel 10b.

Direktor H. Panzerbieter, Berlin-Haselhorst, Burscheider Weg 10f. Dr.-Ing. H. H. Wicht VDE, Berlin-Lichtenberg, Buschestr. 38 II.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE

Zuschriften sind nicht an eine persönliche Anschrift zu richten, sondern nur an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und nur mit Genehmigung des Verfassers und der Wissenschaftlichen Leitung der ETZ gestattet.

Abschluß des Heftes: 20. Mai 1938.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Herausgegeben vom Verband Deutscher Elektrotechniker E.V.

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

59. Jahrgang

Berlin, 2. Juni 1938

Heft 22

Spannungsmessungen in der Hochfrequenztechnik.

(Mittellung aus dem Institut für Elektrische Schwingungslehre und Hochfrequenztechnik an der T. H. Berlin.)

Von O. Zinke VDE, Berlin.

621. 317. 32. 029. 5/. 6

Übersicht. Nach einem Überblick über die Fehlerquellen bei der Messung hochfrequenter Spannungen werden die Kapazität, der Eingangswiderstand und Frequenzbereich von statischen Voltmetern und Röhrenvoltmetern besprochen. Weiter wird die Schaltung von Röhrenvoltmetern für quadratische Gleichrichtung bzw. Flächen- und Spitzengleichrichtung sowie der Aufbau einiger Geräte dargestellt*).

Der wesentliche Unterschied bei Spannungsmessungen in der Hochfrequenztechnik gegenüber Messungen im Tonfrequenzbereich bzw. in der Starkstromtechnik liegt in zwei Tatsachen begründet:

1. der Spannungsmesser soll in dem weiten Bereich der Trägerfrequenz- und Rundfunktechnik, ferner im Gebiet kurzer und ultrakurzer Wellen ohne Fehler arbeiten.
2. Die Meßobjekte der Hochfrequenztechnik sind sehr hochohmig im Vergleich zum Widerstand von Stromerzeugern und Verbrauchern in der Starkstromtechnik. Elektrische Maschinen haben Widerstände, die nach Bruchteilen von Ohm zählen, während die Schwingkreise der Hochfrequenztechnik Resonanzwiderstände in der Größenordnung von 100 kΩ besitzen. Bei Spannungsmessern für Hochfrequenz ist also ein besonders hoher Eingangswiderstand in der Größenordnung von 1 MΩ und darüber anzustreben.

Aus diesem Grunde kommen als Meßgeräte vorwiegend Röhrenvoltmeter, gelegentlich auch statische Voltmeter und Trockengleichrichter-Instrumente in Betracht.

1. Fehlerquellen bei der Messung von Hochfrequenzspannungen.

Bei Spannungsmessungen in der Hochfrequenztechnik sind grundsätzlich eine Reihe von Fehlerquellen zu beachten:

1. Die Anschaltung des Spannungsmessers an einen auf Resonanz abgestimmten hochohmigen Schwingkreis verstört den Kreis und läßt die Spannung am Kreis zusammenbrechen, wenn nicht der Eingangswiderstand des Spannungsmessers den Resonanzwiderstand des Kreises um wenigstens eine Größenordnung übertrifft.
2. Die Spannung am Meßobjekt stimmt mit der Angabe des Spannungsmessers nicht überein, wenn die Schleife der Verbindungsleitungen von einem magnetischen

Störfeld durchsetzt wird bzw. über Streukapazitäten mit einem Störsender elektrisch gekoppelt ist. Vermieden werden diese Fehler durch elektrisch und magnetisch wirksame Abschirmung.

3. Wenn die genannten Fehlerquellen vermieden sind, unterscheidet sich trotzdem die Spannung am Meßobjekt von der Spannung des Voltmeters, sobald die Zuleitung länger ist, als etwa 1 % der Betriebswellenlänge entspricht. Die Induktivität der Zuleitung zusammen mit der Eingangskapazität des Spannungsmessers führt nämlich zu einer Resonanzerscheinung, so daß der Spannungsmesser mehr zeigt, als der wahren Spannung entspricht. In Abb. 1 ist U_0 die gesuchte Spannung am Meßobjekt,

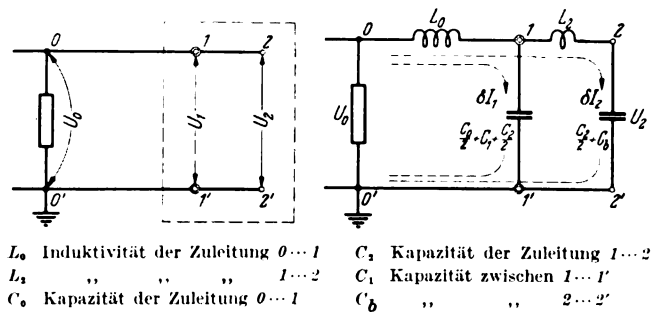


Abb. 1. Zur Bestimmung des Zuleitungsfehlers bei hohen Frequenzen.

U_1 die Spannung zwischen den Eingangsklemmen 1 und 1' und U_2 die Spannung an den Punkten 2 und 2' im Inneren des Instruments, wo das Meßprinzip wirksam ist. Aus der Ersatzschaltung kann man den Zusammenhang zwischen U_0 und U_2 ableiten¹⁾:

$$U_0 = U_2 \left[1 - \omega^2 L_0 \left(\frac{C_0}{2} + C_i \right) - \omega^2 L_2 \left(\frac{C_2}{2} + C_b \right) \right] \quad \text{bzw.} \quad U_0 = U_2 \left[1 - \left(\frac{2\pi l_0}{\lambda_D} \right)^2 \cdot \left(0,5 + \frac{C_i}{C_0} \right) - \left(\frac{2\pi l_2}{\lambda_D} \right)^2 \cdot \left(0,5 + \frac{C_b}{C_2} \right) \right] \quad (1)$$

Hierin ist

$C_i = C_1 + C_2 + C_b$ die statisch meßbare Gesamtkapazität des Instruments,

C_b Abschlußkapazität zwischen 2 und 2', z. B. Gitter-Kathoden-Kapazität beim Röhrenvoltmeter,

* Nach einem Vortrag, gehalten am 20. 1. 1938 im VDE-Bezirk Berlin-Brandenburg, Fachgebiet „Funktechnik und Verstärkertechnik“.

¹⁾ O. Zinke, Hochfrequenz-Meßtechnik, S. 37; Leipzig: S. Hirzel 1938.

- l_0 Zuleitungslänge zwischen 0 und 1,
 l_2 " " 1 und 2,
 λ_D Wellenlänge auf der Zuleitung (für $\epsilon_r = 1$ und $\mu_r = 1$
ist $\lambda_{D(m)} = \frac{300}{f(\text{MHz})}$).

Aus Beziehung (1) geht hervor, daß bei Frequenzen, für die λ_D größer als die hundertfache Drahtlänge bleibt, der Zuleitungsfehler unter 1 % liegt. Es ist vorteilhaft, C_0 der Gesamtkapazität C_i , ebenso C_2 der Belastungskapazität C_b anzupassen. C_b ist bei Dioden die Systemkapazität, bei Trioden die Gitterkathodenkapazität, bei statischen Voltmetern die Nadelkapazität. Eine Belastungskapazität C_b ist nicht vorhanden bei den Fadenelektrometern, die überhaupt die kleinste Kapazität besitzen und bei geringer Fadenlänge noch bis zu Frequenzen von etwa 1000 MHz benutzt werden können. Im Zusammenhang damit werden im folgenden die Eigenschaften der statischen Voltmeter besprochen.

II. Fadenelektrometer und statische Voltmeter.

Das Zweifadenelektrometer nach Nissen²⁾ hat eine Kapazität von etwa 1 pF bei einem Meßbereich von 10 bis 100 V (Abb. 2). Die Spannung liegt zwischen den

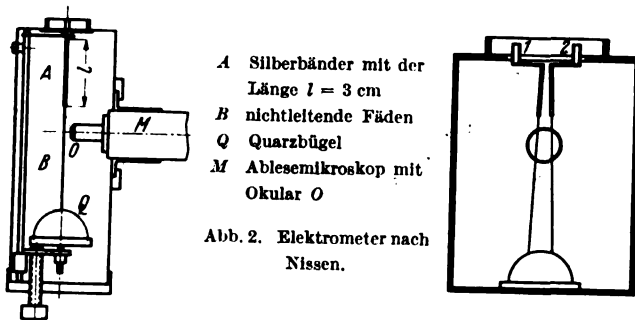


Abb. 2. Elektrometer nach Nissen.

Fäden einerseits und dem Gehäuse andererseits. Die Fadenentfernung beobachtet man mit dem Mikroskop M. In der rechts gezeichneten symmetrischen Ausführung wird die Spannung zwischen den Buchsen 1 und 2 gemessen. Die Frequenzgrenze würde für 1 cm Fadenlänge bei 1000 MHz ($\lambda = 30$ cm) liegen, wenn man 2 % Fehler zuläßt.

Nicht so günstig sind die Eigenschaften der üblichen statischen Voltmeter. Eine Ausführung für 2 bis 20 V Meßbereich mit Lichtzeiger („Stt“) hat eine Kapazität von 13 pF. Während dieses Gerät symmetrische und unsymmetrische Spannungen mißt, kann man mit einer anderen Ausführung bis 160 V („Skt“) nur Spannungen gegen Erde messen. Die Kapazität ist etwa 10 pF. Ein anderes statisches Voltmeter, das nach dem bekannten Prinzip³⁾ von Starke und Schroeder arbeitet, hat bei einem Meßbereich von 30 bis 300 V eine Klemmenkapazität von 5 pF. Die Einstellzeit ist durch eine gute Luftdämpfung auf 2 s herabgedrückt. Die Frequenzgrenze der drei Instrumente liegt bei etwa 10 MHz ($\lambda = 30$ m). Den Eingangswiderstand oberhalb 1 MHz zeigt Abb. 3.

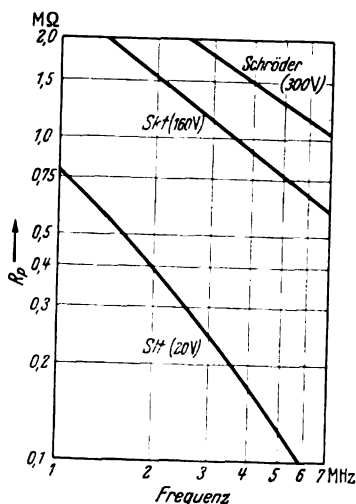


Abb. 3. Eingangswiderstand von statischen Voltmetern.

III. Röhrenvoltmeter mit A-, B-, C-Gleichrichtung.

Röhrenvoltmeter sind überlastbar, besitzen geringen Eigenverbrauch und gestatten eine schnelle, unmittelbare Ablesung an einem Zeigerinstrument. Man unterscheidet gewöhnlich Anodengleichrichtung, Gittergleichrichtung und Diodengleichrichtung. Damit ist aber noch nicht festgelegt, ob der Effektivwert der Spannung gemessen wird

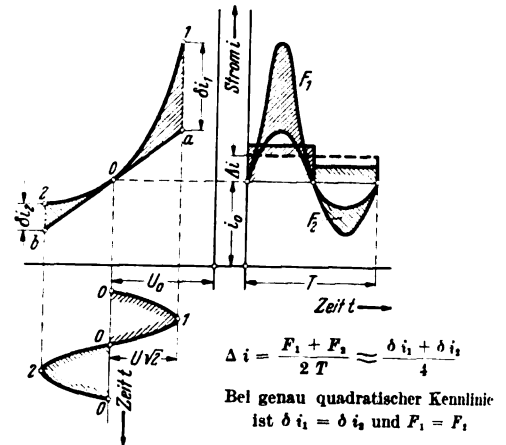


Abb. 4. A-Gleichrichtung.

oder ob Flächengleichrichtung bzw. Spitzengleichrichtung vorliegt. Maßgebend dafür ist die Aussteuerung der Kennlinie. Man zieht zweckmäßig zur Abgrenzung eine Kennzeichnung heran, die von der Verstärkertechnik her als Bezeichnung „A-, B- und C-Verstärkung“ geläufig ist. Die quadratische Gleichrichtung kann als A-Gleichrichtung bezeichnet werden, weil ein erheblicher Ruhestrom vorhanden ist. Die B-Gleichrichtung ist die Gleichrichtung am unteren Knick. Sie ergibt bei linearer Kennlinie Flächengleichrichtung der aussteuernden Halbwelle, während die C-Gleichrichtung durch eine hohe negative Vorspannung in der Größenordnung der Spitzenspannung ausgezeichnet ist. Die Abb. 4, 5 und 6 zeigen die Unterschiede. Oberwellen der zu messenden Spannung beeinflussen das Meßergebnis bei der B-Gleichrichtung, sobald

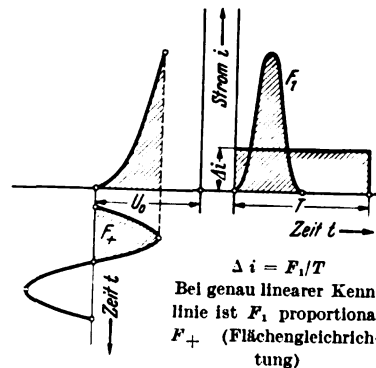


Abb. 5. B-Gleichrichtung.

gezeichnet ist. Die Abb. 4, 5 und 6 zeigen die Unterschiede. Oberwellen der zu messenden Spannung beeinflussen das Meßergebnis bei der B-Gleichrichtung, sobald

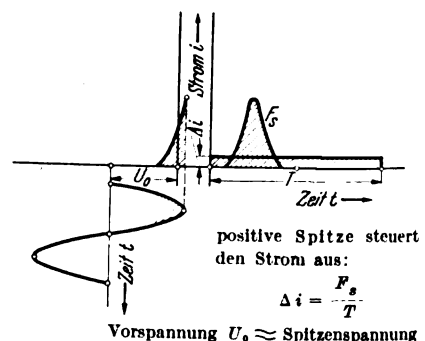


Abb. 6. C-Gleichrichtung (Spitzengleichrichtung).

die Fläche unter der Kurve verändert wird. Die Anzeige ist damit von der Phasenlage der Oberwellen zur Grundwelle abhängig. Dies gilt auch für die C-Gleichrichtung. Trifft hier die Oberwellenspitze phasengleich mit der

²⁾ H. Nissen, Hochfrequenztechn. 42 (1933) S. 24.

³⁾ H. Starke u. R. Schroeder, Arch. Elektrotechn. 20 (1928) S. 115.

Grundwellenspitze zusammen, so ist die Messung um die vollen Oberwellenprozente zu hoch.

Die drei Verfahren der Gleichrichtung lassen sich sowohl mit Dioden- als auch Triodenschaltungen durchführen. Bei Dioden arbeitet die Wechsellspannung unmittelbar auf einen nichtlinearen Widerstand. Die Spannungsquelle muß den Leistungsverbrauch decken. In den Triodenschaltungen steuert die Spannung nur auf der Gitterseite ohne unmittelbaren Leistungsverbrauch die nichtlineare Anodenstromkennlinie aus. Trotzdem wird auch hier bei negativer Vorspannung des Gitters, so daß sicher kein Gitterstrom fließt, eine bestimmte Leistung auf der Gitterseite verbraucht. Abgesehen von dem Hochohm-Widerstand, über den im allgemeinen die negative Gittervorspannung zugeführt wird, liegt die Ursache für den Leistungsverbrauch bei hohen Frequenzen oberhalb 1 MHz in dielektrischen Verlusten der Gitter-Kathoden-Zuleitungen im Sockel und Quetschfuß der Röhre und außerdem in Laufzeitverlusten⁴⁾. Man kann diese Verluste durch einen zwischen Gitter und Kathode geschalteten frequenzabhängigen Widerstand berücksichtigen. Dielektrische Verluste ergeben dann einen Widerstand, der mit dem Kehrwert der Frequenz f abnimmt, während die Laufzeitverluste sogar eine Abnahme des Widerstandes mit $1/f^2$ bewirken.

IV. Dioden- und Triodenschaltungen von Röhren-voltmetern.

1. A-Gleichrichtung.

Abb. 7 zeigt eine von Strutt und v. d. Ziel⁵⁾ angegebene Diodenschaltung mit quadratischer Gleichrichtung kleiner Spannungen in der Größenordnung von

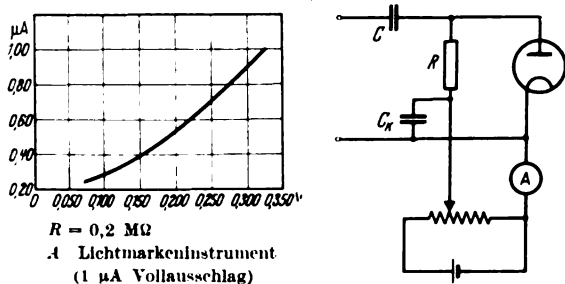
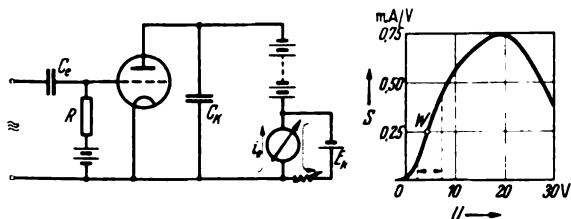


Abb. 7. A-Gleichrichtung mit einer Diode.

0,2 V. Würde man statt der Diode die Gitter-Kathoden-Strecke einer Triode verwenden und das Lichtmarkeninstrument A weglassen, so erhält man die bekannte Audionschaltung. — Bei Spannungen über 0,2 V bis zu einigen V erreicht man eine quadratische A-Gleichrichtung



W Wendepunkt der Steilheitskurve (günstigster Arbeitspunkt)
 E_k Kompensationsbatterie zur Unterdrückung des Ruhestromes i_0
 R Hochohm-Widerstand, über den die W entsprechende negative Gittervorspannung zugeführt wird. Es fließt kein Gitterstrom

Abb. 8. A-Gleichrichtung mit Triode im Raumladungsgebiet. Bei Aufnahme der Steilheitskurve waren Gitter und Anode verbunden.

mit der Triodenschaltung, Abb. 8. Während man hier im Raumladungsgebiet arbeitet, kann man auch bei kleinen Spannungen von etwa 0,5 V den Arbeitspunkt ins Anlaufstromgebiet des Anodenstroms legen

⁴⁾ H. Rothe, Telefunkenröhre (1937) H. 9, S. 33.

⁵⁾ M. J. O. Strutt u. A. van der Ziel, Elektr. Nachr.-Techn. 14 (1937) S. 75.

und so die große Empfindlichkeit der Audionschaltung mit der Dämpfungsfreiheit der Schaltung Abb. 8 vereinigen.

2. B-Gleichrichtung.

Eine B-Gleichrichtung mit Diode zeigt Abb. 9. Wesentlich ist, daß der Außenwiderstand R_a , mit welchem die gekrümmte Kennlinie gestreckt werden kann, auf keinen

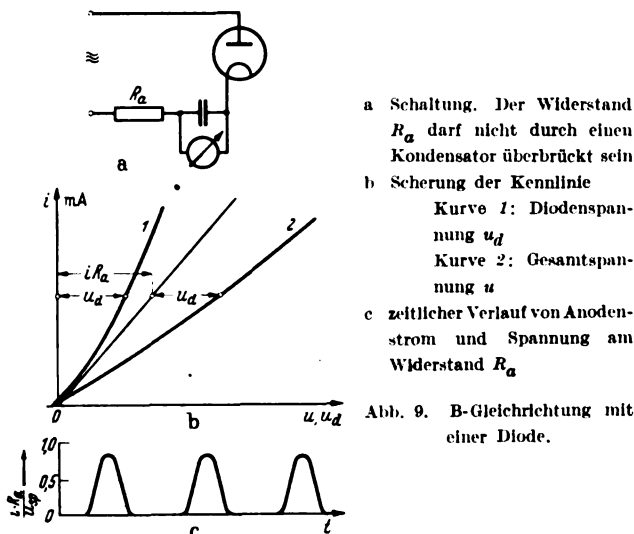


Abb. 9. B-Gleichrichtung mit einer Diode.

Fall durch eine Kapazität überbrückt ist. Dann hat der Anodenstrom bzw. die Spannung an R_a den in Abb. 9 c dargestellten Verlauf. Nun ist eine kleine Parallel-

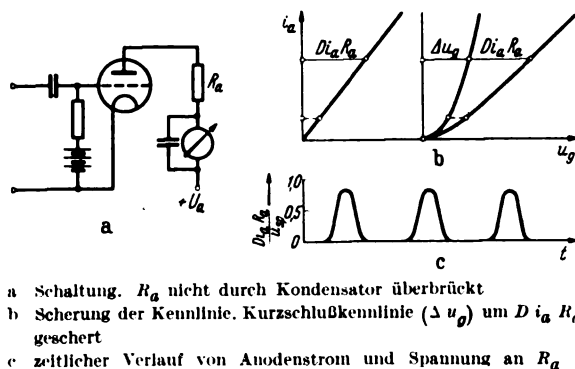


Abb. 10. B-Gleichrichtung mit Triode.

kapazität C_a parallel zu R_a nicht zu vermeiden. Es kommt dann für die B-Gleichrichtung darauf an, daß die Zeitkonstante $C_a R_a$ der Entladung klein gegenüber der Periodendauer der Meßspannung bleibt. Für $C_a = 5 \text{ pF}$ ist dann z. B. bei $f = 1 \text{ MHz}$ nur ein Wert $R_a = 10 \text{ k}\Omega$ zulässig. Dementsprechend würde dann in der Durchlaßzeit der Diode auch der Eingangswiderstand der Schaltung nur etwa $10 \text{ k}\Omega$ ausmachen. Das ist sehr niedrig, und es liegt nahe, nach Abb. 10 die B-Gleichrichtung mit einer Triode im Anodenkreis vorzunehmen, um die Stoßbelastung der Spannungsquelle bei Schaltung Abb. 9 zu vermeiden. Auch hier darf R_a nicht durch einen Kondensator überbrückt sein, wenn nicht die Schaltung als C-Gleichrichter arbeiten soll. Eine normaler Richtverstärker, bei dem zu R_a immer eine größere Kapazität parallel liegt, ist demnach kein B-Gleichrichter, sondern ein C-Gleichrichter, weil sich an dem Überbrückungskondensator eine Vorspannung ausbildet.

3. C-Gleichrichtung.

Die Wirkungsweise der C-Gleichrichtung (Spitzen-gleichrichtung) erkennt man aus Abb. 11 für die Diodenschaltungen. Der Kondensator C lädt sich, wenn R um mehrere Größenordnungen höher ist als der Diodenwiderstand, nahezu auf die Spitze U_{sp} der angelegten Wechsel-

Wirkungsweise und Bauformen elektrisch beheizter Durchlauföfen.

Von A. Schau, Berlin.

621. 365. 4

Übersicht. Der Aufsatz*) behandelt die praktische Wärmeübergangsrechnung und vermittelt die Rechnungsgrundlagen für Fließöfen, Roll- und Stoßöfen mit und ohne Luftumwälzung, für Bandglühöfen mit und ohne Wärmerückgewinnung und für Durchlauföfen für Kleinteile.

Die Entwicklung der metallverarbeitenden Industrie hat es mit sich gebracht, daß man bei vielen Arbeitsvorgängen bestrebt ist, auf fließende Fertigung überzugehen. Die sich daraus ergebenden Vorteile treten auch bei Arbeiten der Wärmebehandlung deutlich in Erscheinung und hier besonders beim elektrisch beheizten Ofen, dessen Leistungsverteilung und Regelung wohl den hier auftretenden Anforderungen in weitestem Maße gerecht werden. Anwendung und Ausführung elektrischer Durchlauföfen sind so mannigfaltig, daß es in diesem Rahmen unmöglich wäre, alle Gesichtspunkte zu erörtern, die für Berechnung und Konstruktion maßgebend sind. Es soll aber an Hand von einigen Beispielen versucht werden, die wärmetechnischen Verhältnisse zu behandeln sowie Maßnahmen zu ihrer Verbesserung zu besprechen. Deshalb sollen mehr die Erwärmungsverhältnisse als konstruktive Einzelheiten untersucht werden.

Die Durchsatzleistung jedes Ofens wird bestimmt durch Ofeninhalt bzw. Einsatzgewicht und die Verweilzeit des Gutes im Ofen. Die Verweilzeit wird immer in erster Linie von den Wärmeübergangsverhältnissen an der Oberfläche des Einsatzes und dessen Wärmeleitung abhängen, vorausgesetzt, daß die zur Verfügung stehende Heizleistung genügend groß ist. Eine genaue Vorausberechnung der Verweilzeit ist beim absatzweise betriebenen Ofen ohne ausreichende Erfahrungswerte kaum möglich, da es sich in der Regel um geschichtetes Gut handelt. Die Wärmeleitung erfolgt beispielsweise bei Stapeln von Stangen und Rohren vorwiegend in einer, bei Blechen in zwei Dimensionen. Aus diesen Gründen ist man bei der Berechnung absatzweise betriebener Öfen sehr stark auf Erfahrungswerte angewiesen. Beim Durchlaufofen ist dagegen der Erwärmungsvorgang auf einen in der Regel gleichbleibenden Querschnitt des Glühgutes beschränkt, für welchen man den zeitlichen Verlauf meist mit genügender Sicherheit vorausberechnen kann.

Der Wärmeübergang.

Die den Heizwiderständen aufgedruckte Leistung in Form von Wärme geht auf dreierlei Art auf das Glühgut über: durch Strahlung, Leitung und Konvektion, wobei u. U. die eine oder andere Art auch vernachlässigt werden kann. Für die Strahlung gelten bekanntlich die Gesetze von Stefan, Boltzmann und Lambert. Die Strahlungszahl C ist für die wichtigsten Stoffe bekannt und für die meisten räumlichen Anordnungen zu bestimmen, wobei immer von der Strahlungszahl des absolut schwarzen Körpers ausgegangen wird. Der Begriff des „Schwärzegrades“ ist allerdings bei der Wärmestrahlung etwas irreführend, wenn man bedenkt, daß hier beispielsweise weißes Porzellan schwärzer ist als rohes Gußeisen. Die Unsicherheit in der praktischen Anwendung liegt weniger im verwendeten Faktor C als in der gewöhnlich nur unvollkommenen Einhaltung der Voraussetzungen, für welche die genannten Formeln gelten. Das Stefan-Boltzmannsche Gesetz

$$W_s = C F \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \quad \text{in kcal/h} \quad (1)$$

gilt bekanntlich für den Fall, daß die Fläche des einen strahlenden Körpers jene des anderen ganz umschließt, oder bei ebenen Flächen angenähert dann, wenn ihr Abstand im Vergleich zur Flächengröße vernachlässigbar klein ist, weil auch dann die Voraussetzung praktisch erfüllt ist, daß alle ausgesandten Strahlen der einen Fläche die andere Fläche treffen.

Im Elektroofenbau ist die Rechnung insofern vereinfacht, als wir mit praktisch strahlungsdurchlässigen Ofenatmosphären rechnen, also deren Absorption vernachlässigen können, zum Unterschied von flammenbeheizten Öfen, wo Gasstrahlung und Absorption die Verhältnisse beeinflussen. Hingegen ist in elektrischen Öfen eine genaue Wärmeübergangsberechnung für die Strahlung durch den Umstand erschwert, daß wir keine einheitlich strahlenden Flächen haben, sondern Ofenwände, die je nach dem Betriebszustand die Ofentemperatur besitzen und, diesen vorgelagert, die Heizwiderstände, deren Übertemperatur je nach Bemessung und Betriebszustand verschieden ist. Man muß also streng genommen die Strahlungswirkung von Ofenwand und Heizwicklung getrennt untersuchen. Für die Wärmestrahlung zwischen einfach geformten und geometrisch einfach gegeneinander gelagerten Flächen hat M. Jakob genauere Untersuchungen angestellt.

Die Wärmeleitung ist für einfache Fälle und stationären Zustand durch die für die meisten verwendeten Stoffe und Temperaturen bekannte Wärmeleitfähigkeit bestimmt. Diese ist bei porösen Isoliersteinen, wie sie im Ofenbau Verwendung finden, besonders stark von der Temperatur abhängig, weil der Wärmefluß innerhalb der Poren zum größten Teil durch Strahlung erfolgt.

Weniger übersichtlich gestaltet sich die Berechnung des Wärmeüberganges durch Konvektion, nicht nur weil hierfür eine ganze Reihe von Stoffwerten maßgebend ist, die ihrerseits wieder von der Temperatur abhängen, sondern weil sich der ganze Vorgang nicht in allgemein gültigen Funktionen ausdrücken läßt, wie dies in der Regel für Strahlung und Leitung mit hinreichender Genauigkeit der Fall ist. Der für den Wärmeübergang zwischen bewegtem Gas und ruhender Wand gebräuchliche Ansatz

$$W_k = F (\vartheta_1 - \vartheta_2) \alpha \quad \text{in kcal/h} \quad (2)$$

ist wohl grundsätzlich insofern richtig, als er die übertragene Wärmemenge der bestrichenen Fläche und dem Temperaturgefälle proportional setzt. Der Wert α hängt von vielerlei Faktoren ab, wie spezifisches Gewicht und Geschwindigkeit des Gases, Rauigkeit der Wand usw. Es gelingt aber nicht, für den Temperaturunterschied und die Geschwindigkeit richtige Werte zu erhalten, da beide Größen über den Querschnitt des Gasstromes nicht konstant sind. Es gibt nach Prandtl und Gröber weder einen Temperatur- noch einen Geschwindigkeitssprung zwischen Wand und bewegtem Gas. Die ganze Fülle dieser recht unübersichtlichen Abhängigkeiten ist nun in den Wert α gelegt. Die obige Formel ist eigentlich nur dann anwendbar, wenn das α für eine bestimmte Anordnung, Temperatur und Betriebsweise ermittelt wurde und nach dem Ähnlichkeitsprinzip für einen völlig entsprechenden Fall umgerechnet wird. Genaue Unterlagen stehen uns aber in den seltensten Fällen zur Verfügung.

Meistens liegen die Dinge so, daß man im Besitz ausreichender Meßwerte ähnlicher Vorgänge gar nicht benötigt ist, eine genaue Wärmerechnung überhaupt durchzuführen, vielmehr erst dort zu rechnen hat, wo Ver-

*) Auszug aus einem Vortrag, gehalten im VDE-Bezirk Berlin-Brandenburg, Fachgebiet „Elektrowärme“, am 11. 1. 1938. Die Aussprache über den Vortrag wird im gleichen Heft wie der Schlußteil veröffentlicht.

suchs- und Meßwerte fehlen. Die auf Grund der Ähnlichkeitstheorie entwickelten Formeln für die Wärmeübergangszahl gelten meist nur für bestimmte Anordnungen, z. B. die Strömung von Gasen in Rohren, und können daher für die im Ofenbau auftretenden, oft sehr unübersichtlichen Strömungsvorgänge nur mit Vorbehalt angewendet werden. Gerade über den Einfluß der Temperatur auf den Wert α gehen die Theorien und Meinungen stark auseinander.

Bei der Konvektion unterscheidet man bekanntlich zwei Formen: die freie oder natürliche Konvektion, das ist die im Gas selbst infolge von Temperaturunterschieden durch Auftrieb hervorgerufene Strömung, und die erzwungene Konvektion, bei welcher die Gasbewegung durch eine äußere Kraft aufrechterhalten wird. Bei Untersuchung der erzwungenen Konvektion ist selbstverständlich der Einfluß der freien Konvektion immer mitzuberechnen. Der Einfluß der freien Konvektion ist nach der bekannten Formel von Nusselt für senkrechte Wände aus

$$\alpha = 2 \cdot 2 \sqrt{\vartheta_1 - \vartheta_2} \quad \text{in kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C} \quad (3)$$

zu finden, wonach sie von der Höhe der Temperatur, bei welcher sich der Vorgang abspielt, unabhängig ist, da nur die Temperaturdifferenz $\vartheta_1 - \vartheta_2$ vorkommt. Wenn man sich zur einfacheren Handhabung die übertragene Wärmemenge nach Abb. 1 in Form eines Linienzuges darstellt und den Maßstab gleich in kW/m² aufträgt, so kann man die durch freie Konvektion in kalter Luft abgeführte Leistung je m² in Abhängigkeit von der Temperatur unmittelbar ablesen.

In Abb. 1 ist der Verlauf der Wärmeabgabe durch Strahlung und natürliche Konvektion an freie Luft von 20°C dargestellt, wobei für die Strahlung das C einmal mit 4 und einmal mit 1 zugrunde gelegt wurde. Man erkennt deutlich den überragenden Anteil der Strahlung bei höheren Temperaturen und Werten für C , andererseits aber auch die Bedeutung der Konvektion bei blanken Körpern und niedriger Temperatur, wie dies z. B. bei der Wärmebehandlung von Leichtmetallen auftritt.

Für den ganzen Wärmeübergang durch erzwungene und freie Konvektion gelten für Luft die bekannten Formeln von Jürges:

$$\alpha' = 6,14 \cdot v^{0,78}$$

$$\alpha_m = \alpha' \sqrt{\frac{293}{\vartheta_m + 273}} \quad \text{in kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}, \quad (4)$$

in welche die für Warmluft ermittelte Geschwindigkeit einzusetzen ist. Der Wert muß dann im Verhältnis der Quadrat- bzw. der vierten Wurzel der absoluten Temperatur verkleinert werden. Bei anderen Gasen wäre das α nach den Angaben der Ähnlichkeitstheorie für die anderen Werte der spezifischen Gewichte, spezifischen Wärme und Zähigkeit noch umzurechnen. Für eine Erhöhung des α ist bei den gebräuchlichen Schutzgasen besonders der Gehalt an CO₂ und H₂ maßgebend.

Da sich die Temperatur des Gases ständig ändert, ist man auf Mittelwerte angewiesen. Die Temperaturen des Gases und der Wand bzw. des durchlaufenden Gutes ändern sich bei dem zu untersuchenden Vorgang verschie-

den. Der mittlere Unterschied zwischen den zwei veränderlichen Temperaturen wird nach Nusselt durch die Formel

$$\Delta_m = \frac{\Delta' - \Delta''}{\ln \frac{\Delta'}{\Delta''}} \quad \text{in } ^\circ\text{C} \quad (5)$$

ausgedrückt, die für Wärmeaustausch im Gleich- ebenso wie im Gegenstrom gilt.

Für die Bestimmung des Wärmeüberganges werden die Anteile der Strahlung und Konvektion erst getrennt ermittelt. Bei Vorgängen, die praktisch ohne Wärmestrahlung verlaufen, sind die genannten Mittelwerte für den ganzen Bereich des auftretenden Wärmeaustausches durch Konvektion hinreichend. Wo aber der Strahlungsanteil vorherrschend oder auch nur mitzuberechnen ist, muß schrittweise vorgegangen werden.

Bestimmung des Durchsatzes.

Wenn wir uns nun den Durchsatzverhältnissen beim Durchlaufofen zuwenden, ergeben sich einfache Beziehungen zwischen dem Durchsatz, von dem man in der Regel auszugehen hat, dem Ofeninhalt I , der für die Ofengröße bestimmend ist, und der Durchlaufzeit Z . Der Durchsatz ist $D = I/Z$, wobei D und I entweder als Gewicht oder Stückzahl eingesetzt werden können. Die Durchlaufzeit ist $Z = S/v$, wenn S den Durchlaufweg und v die Durchlaufgeschwindigkeit bedeuten. Man erhält dann für den Durchsatz $D = I v/S$.

Bei Durchlauf von Drähten oder Bändern gilt für den Inhalt $I = n q S$, wenn man mit n die Anzahl der durchlaufenden Stränge und mit q das Gewicht der Längeneinheit bezeichnet; dann wird $D = n \cdot q \cdot v$.

Beim Entwurf eines Durchlaufofens hat man zuerst die Durchlaufzeit zu bestimmen, die von Abmessung, d. h. Durchmesser oder Dicke des Gutes und dessen Stoffwerten abhängt. Zu der reinen Erwärmungszeit, die sich aus den Wärmeübergangsverhältnissen berechnen läßt, ist oft noch eine durch metallurgische Vorgänge bedingte Haltezeit hinzuzuzählen, um die Durchlaufzeit zu erhalten. Diese Zuschläge sind nicht nur von der Art des Werkstoffes, sondern meist auch von den Stoffstärken abhängig und können nur empirisch ermittelt werden.

In der Regel wird man bestrebt sein, die Erwärmungszeit so kurz wie möglich zu halten, also über die ganze Länge mit höchstzulässigem Temperaturunterschied zwischen Ofenwand und Gut zu arbeiten. Die Erwärmungslinie erhält dann den bekannten erst steil und dann immer langsamer ansteigenden Verlauf, der gleichzeitig über den Leistungsbedarf in jedem Ofenabschnitt Aufschluß gibt. Der Leistungsbedarf ist beim Eintritt am größten und übersteigt oft die der unterzubringenden Heizleistung gezogenen Grenzen. Je nach Gebrauchstemperatur und Anordnung der Heizleiter wird man selten über 30 bis 50 kW/m² hinausgehen. Da sich für jeden Ofenabschnitt sowohl Nutzleistung als auch Verluste berechnen lassen, erhält man ein genaues Bild der beim Durchlaufbetrieb nötigen Leistungsverteilung. Um sich dieser Verteilung, die sich mit dem Durchsatz ändert, weitestgehend anzupassen, ist es zweckmäßig, möglichst viele Regelgruppen vorzusehen.

Ausführungsbeispiele.

1. Durchlaufofen für niedrige Temperatur.

Bei der Erörterung praktischer Ausführungen soll zunächst ein Durchlaufofen herangezogen werden, der sowohl mit als ohne Luftumwälzung ausgeführt wurde. Es handelt sich um einen Rollofen zur Erwärmung von Leichtmetallbolzen vor deren Verpressung. Abb. 2 zeigt den Ofen mit Decken- und Bodenheizung in Gruppen der Länge nach unterteilt. In den letzten Jahren ist man vielfach von Al- auf Mg-Legierungen übergegangen, die hinsichtlich Temperaturüberschreitung noch größerer Vor-

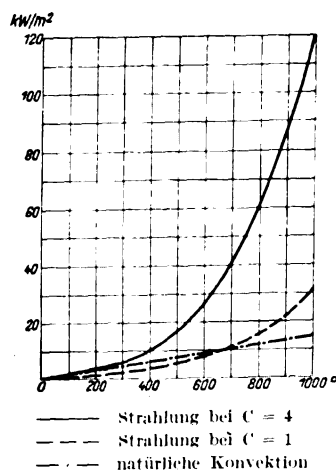


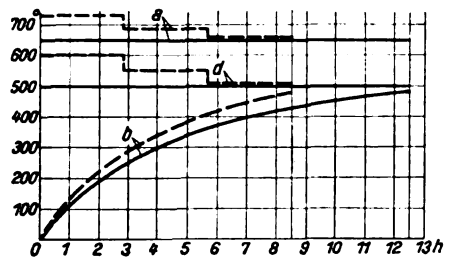
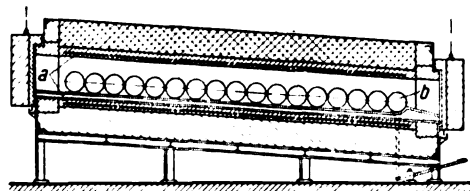
Abb. 1. Wärmeabgabe an freie Luft durch Strahlung und natürliche Konvektion.

sicht bedürfen. Aus diesem Grunde und auch weil die Verarbeitungstemperaturen bei Mg-Legierungen noch niedriger liegen, ist man zum Bau von Rollöfen mit reiner Umluftheizung geschritten. Da vielfach verlangt wird, aus demselben Ofen beide Legierungen verarbeiten zu können, hat der Rollofen mit Umluftbeheizung an Be-

vereinfacht sich, da nicht mehr schrittweise vorgegangen werden muß. Die von der Luft bespülte Oberfläche kann mit rd. 60 % der Gesamtoberfläche eingeschätzt werden. Die Eintrittstemperatur der Luft wird je nach dem Glühgut rd. 20° bis 50° über der verlangten Endtemperatur der Bolzen gewählt. Der Temperaturabfall der Luft wird durch die übertragene Leistung zuzüglich Wärmeverluste, die Luftmenge je Sekunde und die mittlere spezifische Wärme der Luft bestimmt:

$$\Delta \vartheta = \frac{W}{3600 \cdot c_m Q} \text{ in } ^\circ\text{C}; \quad (6)$$

der mittlere Temperaturunterschied zwischen Luft und Bolzen ist aus Gl. (5), ferner α aus Gl. (4) zu bestimmen. Die auf einen Bolzen übertragene Wärmemenge ist dann $W = F \cdot \alpha \cdot m \cdot a$. Der Wärmehalt eines Bolzens ist $A = G c T$ in kcal und endlich ist $T = A/W$ in h. Hinsichtlich der Strömungsrichtung unterscheidet man:



a Heizwicklung b Bolzen d Ofenwand
--- Temperatur über die Ofenlänge gestaffelt
— Temperatur über die Ofenlänge gleichmäßig

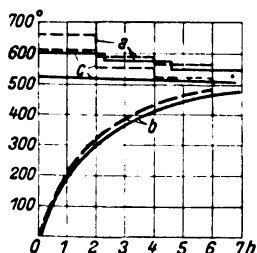
Abb. 2. Rollofen mit Widerstandsheizung, Temperaturverlauf.

deutung gewonnen. Es soll ganz kurz ein Vergleich beider Heizungsarten angestellt werden, also normaler Widerstandsbeheizung und Umluftbeheizung für Al-Blöcke von beispielsweise 300 mm Dmr. und mit einer Endtemperatur von etwa 480°. Die Anwärmzeit ergibt sich für verschiedene Betriebsarten wie folgt:

1. Normale Widerstandsheizung in drei Gruppen

- a) alle Gruppen auf 500° geregelt, Heizwicklung e t w a 650°;
- b) Gruppen auf verschiedene Temperaturen geregelt, und zwar:
 1. Gruppe 600°, Heizwicklung rd. 750°
 2. Gruppe 550°, Heizwicklung rd. 670°
 3. Gruppe 500°, Heizwicklung rd. 600°.

2. Widerstandsheizung mit zusätzlicher Luftumwälzung ergibt die kürzeste Anwärmzeit, wenn nicht nur die Heizgruppentemperaturen gestaffelt, sondern auch mehrere Luftkreisläufe mit verschiedenen Temperaturen vorhanden sind, also Luftumwälzung im Querstrom. Bei Luftumwälzung in der Längsrichtung kann man die Temperatur der einzelnen Gruppen nicht beliebig staffeln, weil sonst die Austrittszone durch die Umluft überhitzt

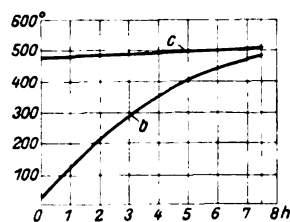
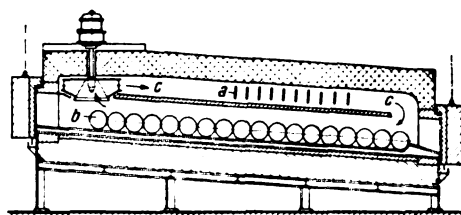


a Heizwicklung b Bolzen c Umluft
--- Luftumwälzung in Querrichtung
— Luftumwälzung in Längsrichtung

Abb. 3. Temperaturverlauf eines Rollofens mit Widerstandsheizung und Luftumwälzung.

werden kann. Bei Umluft im Querstrom hat man dagegen mehrere praktisch getrennte Luftkreisläufe, die auf verschiedenen Temperaturen gehalten werden können. Abb. 3 zeigt den Temperaturverlauf eines Rollofens mit Luftumwälzung in der Längsrichtung, ferner gestrichelt den Temperaturverlauf bei Luftumwälzung im Querstrom.

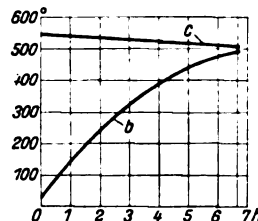
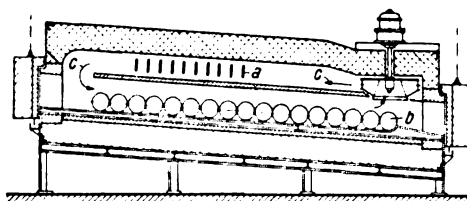
3. Reine Umluftbeheizung. Hier fällt die Einwirkung der Strahlung so gut wie vollständig weg. Die Rechnung



a Heizwicklung b Bolzen c Umluft

Abb. 4. Rollofen mit Umluftheizung im Gegenstrom, Temperaturverlauf.

a) Umluftbeheizung im Gegenstrom (Abb. 4). Die zulässige Übertemperatur der Heißluft gegenüber der Endtemperatur der Bolzen ist meistens nur gering. Die Lufttemperatur nimmt nach vorne zu ab.



a Heizwicklung b Bolzen c Umluft

Abb. 5. Rollofen mit Umluftheizung im Gleichstrom, Temperaturverlauf.

b) Bei Umluftbeheizung im Gleichstrom (Abb. 5) kann man bei gleicher Übertemperatur am Ofenende mit höherem Temperaturgefälle arbeiten, erhält also kürzere Anwärmzeiten. Auch in diesem Falle kann die Temperatur in der Eingangszone je nach dem Temperaturabfall der

umgewälzten Luft nur in kleinen Grenzen gesteigert werden, um eine Überschreitung der Lufttemperatur am Austrittsende zu vermeiden.

c) Die Umluftheizung im Querstrom gestattet, wie schon erwähnt, die weitestgehende Staffellung der Temperaturen nach der Ofenlänge, kann aber oft aus konstruktiven und betriebstechnischen Gründen nicht angewendet werden, wenn, wie z. B. hier, die Seitenwände für Hilfstüren freigehalten werden sollen. Im vorliegenden Fall wird man auf eine Anwärmzeit von etwa 6 bis 7 h kommen können.

Die für verschiedene Betriebsarten errechneten Anwärmezeiten liegen zwischen rd. 6 und 12 h. Es muß aber berücksichtigt werden, daß diese Werte noch keine Geichaltezeiten enthalten, also den innerhalb der Bolzen noch vorhandenen Temperaturabfall unberücksichtigt lassen. Die aus diesem Grunde nötigen Zuschläge sind von Stoff und Verarbeitung abhängig, können also nur versuchsweise bestimmt werden. Es ist klar, daß solche Zuschläge für den inneren Temperatenausgleich um so größer zu wählen sind, je rascher die Erwärmung vor sich gegangen ist.

(Schluß folgt.)

Die neuen Prüfvorschriften für Hochleistungsschalter.

Gegenüberstellung der IEC-56, R.E.H. und BSS.

Von W. Kaufmann VDE, Berlin.

(Schluß von S. 556.)

Abschaltleistung.

Da in IEC-56 das Ausschaltvermögen nicht mehr als Abschaltleistung in MVA, sondern nur als Abschaltstrom ausgedrückt wird, ist es nötig, einige grundsätzliche Überlegungen über die Bedeutung der Abschaltleistung voranzustellen.

Schaltgeräte werden häufiger als andere elektrische Geräte für verschiedene Spannungen benutzt. Die Angabe einer Leistung hätte nur dann eine Berechtigung, wenn sie für diese verschiedenen Spannungen konstant wäre. Dies ist aber meist nicht der Fall; daher genügt die Leistungsangabe allein nicht mehr, sondern es muß eine Bezugsspannung hinzugefügt werden, für welche die Leistung gelten soll. Es besteht kein Zweifel, daß für den Abschaltvorgang nur die wiederkehrende Spannung maßgebend ist. Aus praktischen Gründen bezieht man aber die Leistung auf die Nennspannung des Schalters. Daraus folgt, daß eine feste Beziehung zwischen wiederkehrender Spannung und Nennspannung geschaffen werden muß, wenn die Abschaltleistung, die an sich physikalisch nicht gerechtfertigt ist (denn es wird ein Strom mit einer Spannung multipliziert, welche zu verschiedenen Zeiten auftreten), eindeutig sein soll. Unter dieser einschränkenden Voraussetzung kann dann die Abschaltleistung einen gewissen Maßstab für die Größe und den Preis eines Schalters abgeben und zum Handelsgebrauch oder zum Vergleich verschiedener Schaltertypen dienen.

Für die Auswahl von Schaltern haftet dagegen der Abschaltleistung auch dann noch eine gewisse Unsicherheit an. Für Netzstellen wird immer ein solcher Schalter für ausreichend befunden, dessen Abschaltleistung gleich oder größer als die Kurzschlußleistung dieser Netzstelle ist. Berechnet man nun die Kurzschlußleistung dieser Netzstelle, ohne sich über Strom und wiederkehrende Spannung Rechenschaft zu geben, wie es beispielsweise das alte Berechnungsverfahren der REH-1929 angibt, so kann man je nach der Charakteristik des Schalters, d. h. nach der Spannungsabhängigkeit seiner Leistung, einen zu kleinen Schalter ermitteln.

An einem Zahlenbeispiel sei dies kurz erläutert: Angenommen, es sei an einem Netzknoten eine Kurzschlußleistung von 95 MVA berechnet worden, so daß ein 100 MVA-Schalter eingebaut werden könnte. Bei einer Betriebsspannung von 6 kV wird ein Schalter der Spannungsreihe 10 genommen, dessen Abschaltleistung bei einer wiederkehrenden Spannung von 6 kV zu 100 MVA bestimmt wurde. Arbeitet dieser Schalter in einem Spannungsbereich, in dem bei weiterer Verringerung der Spannung seine Leistung nicht konstant bleibt, weil seine Strombahn oder die Schaltstücke

keinen größeren Strom vertragen, so ist sein größter Abschaltstrom

$$\frac{100}{6 \cdot \sqrt{3}} = 10 \text{ kA. Bis hierher scheint alles in Ordnung; zeigt aber die genauere Berechnung, daß die wiederkehrende Spannung im Netz nur } 70\% = 4,2 \text{ kV beträgt, so ist}$$

$$\text{der tatsächlich auftretende Kurzschlußstrom } \frac{95}{4,2 \cdot \sqrt{3}} = 13,2 \text{ kA.}$$

Das bedeutet also, daß trotz ausreichender Abschaltleistung der Schalter den Anforderungen des Netzes nicht genügt.

Dies ist keineswegs ein besonders ausgesuchter Fall, sondern er wird ähnlich immer dann vorkommen, wenn es sich um Generator- oder Kraftwerksschalter handelt, die so nahe an der Energiequelle liegen, daß infolge der Ankerrückwirkung in den Generatoren Strom und Spannung schnell abklingen, und wenn gleichzeitig mit einem größeren Schaltverzug zu rechnen ist.

Wird dagegen die Auswahl der Schalter nach dem Abschaltstrom vorgenommen und auch die Kurzschlußberechnung darauf zugeschnitten, dann treten diese Schwierigkeiten nicht auf. Die Auswahl der Schalter wird einfacher und übersichtlicher, und bei einer Vernachlässigung der wiederkehrenden Spannung kann nur eine gewisse Überbemessung eintreten. Sie muß jedoch in Kauf genommen werden, da eine exakte Berechnung der wiederkehrenden Spannung für verwickeltere Netzstellen sehr schwierig ist.

Zusammenfassend ist also festzustellen, daß die Abschaltleistung zwar eine gewisse Bedeutung für den Vergleich von Schaltern besitzt, daß sie sich aber nicht für die Auswahl von Schaltern eignet und daher wesentlich an ihrer allgemeinen Bedeutung verloren hat. Aus dieser Einstellung heraus werden auch die Bestimmungen der drei Vorschriften, zu deren Erläuterung wir nunmehr übergehen, verständlich erscheinen.

In IEC-56 wurde die Abschaltleistung nicht mehr aufgenommen. Vielmehr wird das Ausschaltvermögen (breaking capacity) nur durch den Abschaltstrom festgelegt, wobei die wiederkehrende Spannung genau so wie beispielsweise die Kurzschlußphasenverschiebung bei der Prüfung als eine zusätzliche Festlegung (condition of severity) zu betrachten ist. Es ist zu erwarten, daß den in Arbeit befindlichen Auswahlbestimmungen der IEC auch nur der Kurzschlußstrom wie in den R.E.H.-Auswahlbestimmungen § 11, und nicht die Abschaltleistung zugrunde gelegt wird.

In den R.E.H. wurde die Nennauschaltleistung aus folgendem Grunde beibehalten: Der wahre Verlauf der Leistungskurve in Abhängigkeit von der wiederkehrenden Spannung läßt sich durch zwei Gerade recht gut wieder-

geben (Abb. 1), von denen der obere waagerechte Teil eine konstante Ausschaltleistung, der linear ansteigende Teil einen konstanten Ausschaltstrom bedeutet. Es ist nun möglich, durch Angabe von drei Größen, die man als Stromdecke, Leistungsdecke und Spannungsdecke auffassen kann, das Arbeitsvermögen eines Schalters über dem ganzen Spannungsbereich eindeutig wiederzugeben. Die Spannungsdecke kennzeichnet die größte Spannung, für die der Schalter verwendet werden darf, sie liegt im allgemeinen 15 % über der Nennspannung nach R.E.H., bzw. 5 % über der IEC maximum voltage. Die Stromdecke kennzeichnet den Schalter in seinem unteren Spannungsbereich; hierfür wird der Grenzausschaltstrom festgelegt. Der Nennausschaltstrom gilt dagegen nur für die Nennspannung und ergibt mit dieser die Nennausschaltleistung. Letztere bleibt für abnehmende Spannung so lange konstant (Leistungsdecke), bis der Ausschaltstrom gleich dem Grenzausschaltstrom wird. Durch diese drei Angaben, welche auf dem Leistungsschild des Schalters vermerkt werden sollen, wird dem Betriebsmann die Möglichkeit gegeben, sich jederzeit Klarheit über die Verwendung eines Schalters zu schaffen, und zwar nicht nur, wie im obenangeführten Beispiel für verschiedene wiederkehrende Spannungen, falls diese bekannt sein sollten, sondern auch für jede beliebige Netzstelle mit anderen Betriebsspannungen.

In den IEC-Vorschriften ist vorgesehen, die Spannungsabhängigkeit des Ausschaltvermögens durch eine zusätzliche Angabe der verschiedenen Ströme bei verschiedenen Spannungen (Additional Information, § 27) festzulegen, die jedoch wegen ihres großen Umfangs nicht auf das Leistungsschild aufgeschlagen werden kann und daher leicht verloren geht.

In den BSS wurde die Abschaltleistung für den praktischen Gebrauch (for practical convenience) beibehalten. Es ist verständlich, daß die Nennausschaltleistung als Produkt von Nennausschaltstrom und Nennspannung festgelegt wird. Bedenklich erscheint es jedoch, wenn auch bei den allgemeinen Definitionen (Abschnitt 3 § 44) die Abschaltleistung ganz allgemein als Produkt von Strom und Nennspannung gekennzeichnet wird, was zur Folge hat, daß auch aus Schaltversuchen die „unterbrochene Leistung“ (broken MVA) aus Strom und Nennspannung und nicht aus der wiederkehrenden Spannung ausgewertet wird³⁾. Hierdurch wird der entscheidenden Bedeutung der wiederkehrenden Spannung für die Abschaltleistung doch zu wenig Rechnung getragen.

Zum Schluß sei noch erwähnt, daß auch die Richtlinien des SEV 1924 keine Abschaltleistung definiert hatten, daß es also eine Abschaltleistung nach den Schweizer Richtlinien, wie sie in den letzten Jahren häufig gebraucht wurde, genau genommen nicht gibt.

Abschaltstrom.

Dem Abschaltstrom kommt nunmehr eine erhöhte Bedeutung zu. In allen drei Vorschriften hat man sich darüber geeinigt, daß die Prüfungen grundsätzlich mit symmetrischem Strom durchzuführen sind (höchstzulässige Unsymmetrie gleich 20 % vom Scheitelwert des Wechselstromgliedes). So werden also je drei Abschaltungen bei 10 %, 30 % und 60 % des Nennabschaltstromes sowie der Ein-Aus-Schaltzyklus (s. Tafel, Reihe k) beim

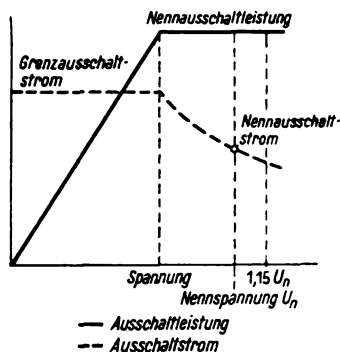


Abb. 1. Charakteristik eines Schalters (nach VDE 0670/1937 (R.E.H.) § 9, Abb. 4).

vollen garantierten Wert des symmetrischen Abschaltstromes vorgeschrieben. Dieses Prüfverfahren hat den Vorteil, daß die Streuung der Versuchsergebnisse wesentlich kleiner ist und diese sich daher besser miteinander vergleichen lassen. Auch ist mehrfach festgestellt worden, daß mit zunehmender Unsymmetrie des Abschaltstromes die Beanspruchung zurückgeht⁴⁾.

Mit unsymmetrischem Strom ist in IEC-56 und BSS nur eine fünfte Schaltfolge von drei Abschaltungen bei dem vollen unsymmetrischen Schaltvermögen vorgeschrieben; hierbei ist das Gleichstromglied im Abschaltstrom derart mitzurechnen, daß die geometrische Summe vom Gleichstromglied G und Wechselstromglied W : $(\sqrt{W^2 + G^2})$ zu bilden ist. Bei Drehstromschaltern gilt außerdem der größte der drei Ströme, so daß sich schon dadurch erheblich größere Zahlenwerte für den Abschaltstrom ergeben. Nach R.E.H. wird die Prüfung mit unsymmetrischem Strom wegen der geringeren Bedeutung für den Betrieb nur dann verlangt, wenn der Mindestdurchschaltverzug des Schalters kleiner als 0,1 s ist.

Für die Auswertung der Ströme aus den Oszillogrammen gilt in allen drei Vorschriften das bisher übliche Verfahren, wonach das Wechselstromglied gleich dem Abstand der beiden Hüllkurven im Augenblick der Kontakttrennung zu setzen ist. Das Gleichstromglied ist dann der Abstand der Mittellinie der beiden Hüllkurven von der Nulllinie. Für den Fall, daß die Hüllkurven in den Stromkurven wegen zu kurzer Stromflußdauer nicht gezeichnet werden können, geben die R.E.H. zusätzliche Auswertungsbestimmungen, wie sie in Abb. 2 dargestellt sind.

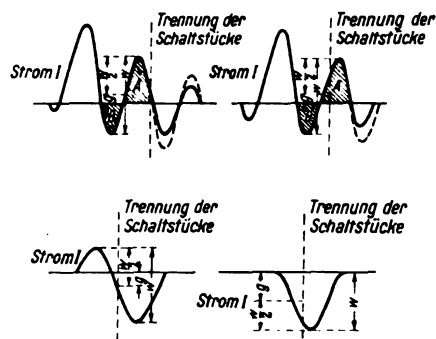


Abb. 2. Auswertung des Abschaltstromes bei kurzer Stromflußdauer nach VDE 0670/1937 (R.E.H.) § 8, Abb. 2 und 3.

Wiederkehrende Spannung.

Wird das Abschaltvermögen durch den Abschaltstrom ausgedrückt, so ist die Angabe einer eindeutigen Bezugsspannung nicht minder wichtig als bei der Abschaltleistung. In allen drei Vorschriften wurde festgelegt, daß bei der Prüfung die wiederkehrende Spannung gleich der Nennspannung zu machen ist. Bei einpoliger Prüfung eines dreipoligen Schalters soll die wiederkehrende Spannung $\frac{1,5}{\sqrt{3}} = 0,87$ der verketteten Nennspannung betragen, wodurch der Spannungserhöhung am erstlöschenden Pol bei dreipoligen Versuchen Rechnung getragen wird.

Für große Schalter mit Abschaltleistungen, die über der zur Verfügung stehenden Prüffeldleistung liegen, ist die Einhaltung dieser beiden Bestimmungen nicht möglich. Es war bisher in solchen Fällen üblich, die Prüfung aufzuteilen in Versuche bei voller Spannung bis zum größten erreichbaren Strom und in Versuche mit vollem Strom bei kleinerer wiederkehrender Spannung (Two-part-test). IEC-56 enthält aber keine derartige Bestimmung, und so können zur Zeit für die Höchstspannungsschalter mit ihren Abschaltleistungen über eine Million kVA keine „IEC-Leistungen“ angegeben werden. In der BSS werden zum erstenmal hierüber genauere Angaben

³⁾ El-ctr. Engng. 29 (1937) S. 480.

⁴⁾ Vergl. Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 15 (1924) S. 214, Abs. 2 (Tafel, Spalte 3, Reihe m). VDE-Fachber. 8 (1936) S. 153 bis 155.

gemacht, die praktisch auf die obengenannte zweiteilige Prüfung herauskommen. Es wird aber zusätzlich eine Grenzleistung von 500 MVA festgelegt, bis zu der voll geprüft werden muß. Bei größeren Leistungen ist dann eine Verkleinerung der wiederkehrenden Spannung nach Maßgabe der Abb. 3 zulässig. Diese Bestimmung besagt

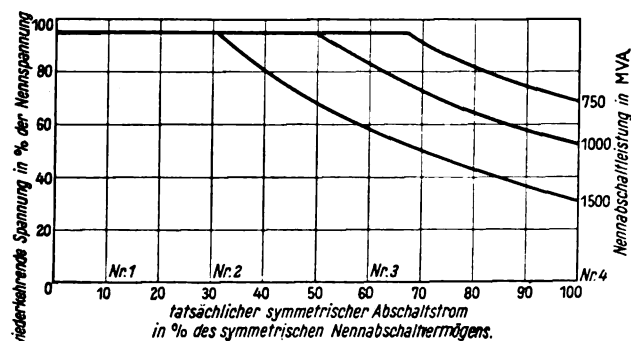


Abb. 3. Mindestwerte der wiederkehrenden Spannung für Schalter über 500 MVA (nach IEC Fig. 8, S. 87).

mit anderen Worten, daß die tatsächlich geprüfte Leistung (Strom mal wiederkehrender Spannung) den Wert von 500 MVA nicht zu übersteigen braucht. Über die weiteren Erleichterungen, welche bei der Prüfung solcher Schalter in den BSS zugestanden werden, wird noch im folgenden Abschnitt näher eingegangen.

Über den Einschwingvorgang der wiederkehrenden Spannung wurde bisher noch keine Festlegung getroffen. Die zahlreichen Arbeiten auf diesem Gebiet⁵⁾ zeigen, daß die Verhältnisse für die Festlegung von Prüfvorschriften noch nicht genügend geklärt sind. So weichen auch die bisher gemachten Vorschläge zur Normalisierung der Eigenfrequenzen um mehr als eine Größenordnung voneinander ab⁶⁾. In Abb. 4 sind die Eigenfrequenzen dar-

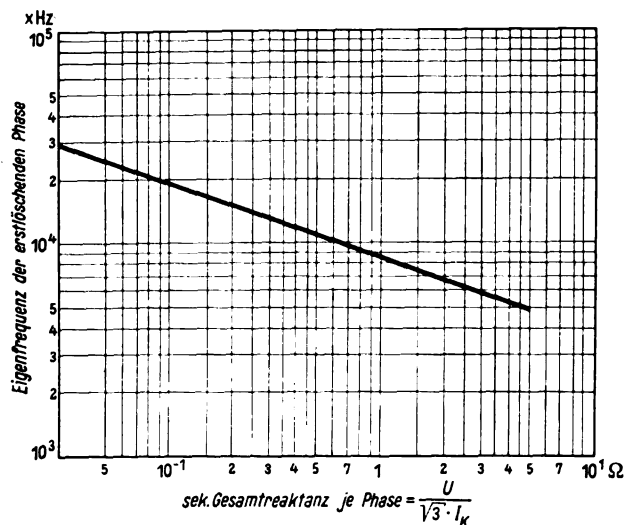


Abb. 4. Vorschlag zur Normung von Eigenfrequenzen für die Prüfung von Hochleistungsschaltern.

gestellt, welche sich nach unserer Kenntnis von fünf verschiedenen Prüffeldern mit den heutigen Mitteln verwirklichen lassen. Sie sind abhängig von der Gesamtreaktanz aufgetragen, wie es den tatsächlichen Verhältnissen in den Prüffeldern entspricht. Eine derartige Festlegung

⁵⁾ Park u. Skeats, Trans. Amer. Inst. electr. Engrs. 50 (1931) S. 204. Prince u. Skeats, Trans. Amer. Inst. electr. Engrs. 50 (1931) S. 511. v. Borries u. Kaufmann, Z. VDI 79 (1935) S. 597. Fallou, Morris Cassie, Julliard, CIGRE-Berichte 1935, Nr. 101, 122, 151. Poltras, Ruehl, Skeats, Trans. Amer. Inst. electr. Engrs. 54 (1935) S. 170. Morris Cassie, Electrician 118 (1937) S. 816. Fourmarier u. Brown, BBC-Mitt. 24 (1937) S. 217.

⁶⁾ Vgl. z. B. VDE-Fachberichte 7 (1935) S. 45.

hätte den Vorteil, daß bereits langjährige Betriebserfahrungen mit zahlreichen so geprüften Schaltern vorliegen, welche die Richtigkeit der Prüfung mit solchen Eigenfrequenzen bestätigen.

Kurzschlußphasenverschiebung.

Auf die Bedeutung der Kurzschlußphasenverschiebung für den Abschaltvorgang und die verschiedenen Möglichkeiten, sie zu messen, wurde in einer besonderen Arbeit⁷⁾ ausführlich eingegangen. Inzwischen wurde in IEC-56, in den R.E.H. und in BSS Teil 1 ein $\cos \varphi$ von 0,15 festgelegt sowie zwei Meßverfahren, nach denen der $\cos \varphi$ entweder aus den Stromkreis konstanten oder aus dem Abschaltoszilogramm berechnet werden kann. Berücksichtigt man, daß zur Berechnung nicht der Wechselstromwiderstand, sondern der Gleichstromwiderstand des Stromkreises benutzt wird, so erscheint die Festlegung des relativ niedrigen Wertes für den $\cos \varphi$ durchaus gerechtfertigt und auch in den Prüffeldern praktisch ausführbar.

Allein die BSS gehen im zweiten Teil für Schalter über 500 MVA über diesen Wert hinaus und lassen einen $\cos \varphi = 0,3$ zu. In den gleichen Vorschriften wird außerdem die Möglichkeit gegeben, das Gleichstromglied bei Beginn der Unterbrechung größer als 20 % zu machen unter der Voraussetzung, daß gleichzeitig die wiederkehrende Spannung einer Berichtigung unterworfen wird. Als Korrekturfaktor wird die Verkleinerung des Augen-

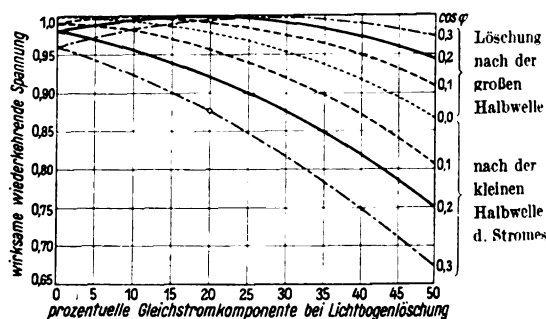


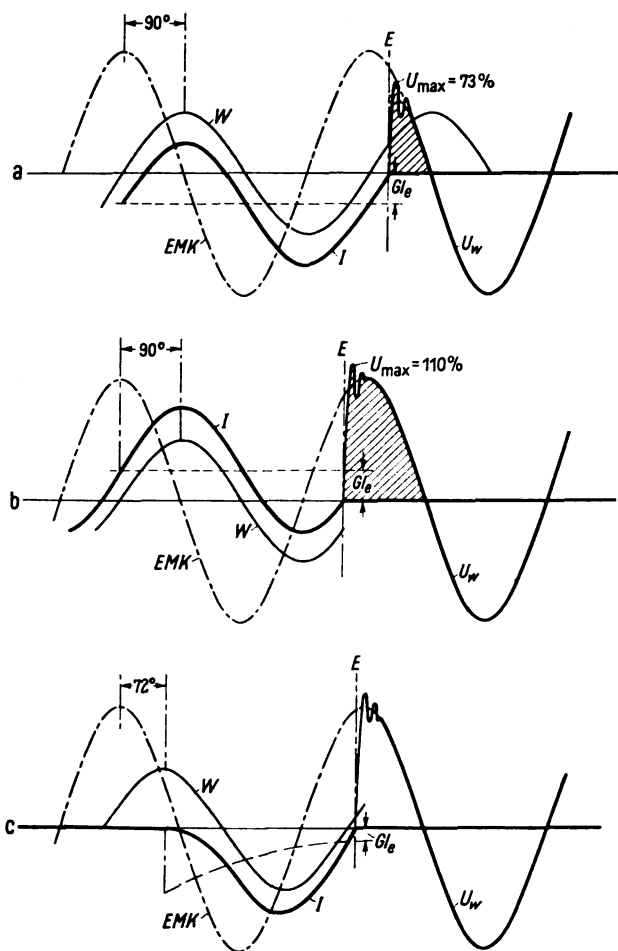
Abb. 5. Korrekturfaktor für die wiederkehrende Spannung abh. von Gleichstromglied und $\cos \varphi$ (nach IEC, Fig. 10, S. 89).

blickswertes, auf den die Spannung beim letzten Stromnulldurchgang theoretisch anspricht, im Verhältnis zum Scheitelwert der Spannung angegeben, und dieser Faktor ist in einer Kurvenschar abhängig vom $\cos \varphi$ und von der Unsymmetrie des Stromes, welche am Ende der Unterbrechung vorhanden ist, festgelegt (Abb. 5).

Es hat den Anschein, als habe man sich bei der Aufstellung dieser Regeln zu sehr von theoretischen Überlegungen leiten lassen. Man ging offenbar von der Ansicht aus, daß nur der theoretische Momentanwert der wiederkehrenden Spannung dem Einfluß des Gleichstromgliedes und der Phasenverschiebung unterliegt, und vernachlässigte dabei die Vergrößerung der Schaltarbeit einerseits, die dämpfende Wirkung des zusätzlichen Widerstandes andererseits. Daß aber selbst der theoretische Momentanwert nicht maßgebend ist, soll an Hand von einigen Oszillogrammen erläutert werden, die auf Grund zahlreicher Versuche gezeichnet wurden, um die Unterschiede unbeeinflusst von störenden Nebenumständen deutlich zu machen. In Abb. 6 a und 6 b wurde ein sehr kleiner $\cos \varphi$ ($\approx 0,05$) angenommen und ein Gleichstromglied von 50 %, das infolge des geringen Widerstandes in der betrachteten Zeitspanne praktisch nicht abklingt. Im ersten Fall erfolgt die Löschung nach einer großen Halbwelle des unsymmetrischen Stromes, im zweiten Fall nach einer kleinen Halbwelle. Wegen der tertiären Wirbelstromfelder im Generator, besonders in seinen massiven

⁷⁾ ETZ 56 (1935) S. 109.

Eisenteilen, ist der tatsächliche Wert der Einschwingspannung in beiden Fällen niedriger als der theoretische Wert. Der Unterschied liegt aber darin, daß im einen Fall die EMK steil abfällt, in dem anderen auf den Scheitelwert ansteigt. Dadurch wird die erste Spannungsspitze der Schwingung verkleinert oder vergrößert, so daß sie in einem Falle nur 73 %, im anderen 110 % beträgt. Es besteht kein Zweifel, daß der zweite Fall bedeutend schwerer für den Schalter ist, da auch der Spannungsanstieg im gleichen Verhältnis steiler ist. Schließlich wird auch der weitere Spannungsverlauf (schraffierte Fläche) für gewisse Schalter eine verschieden hohe Beanspruchung darstellen. In beiden Fällen ergibt sich aber nach der BSS-Kurve der gleiche Korrekturfaktor von 0,866.



I Abschaltstrom
 W Wechselstromglied
 G_{le} Gleichstromglied am Ende E des Abschaltvorganges

- cos $\varphi \approx 0,05$; $G_{le} = 50\%$; Löschung nach einer großen Halbwelle
 b wie a), jedoch Löschung nach einer kleinen Halbwelle
 c größtmögliches Gleichstromglied bei cos $\varphi = 0,3$; $G_{le} = 20\%$.

Abb. 6. Verlauf der wiederkehrenden Spannung bei verschiedenen Werten der Unsymmetrie und des cos φ .

Kommt nun zu einem solchen Gleichstromglied noch ein größerer cos φ hinzu, so kann sich die Wirkung beider Größen aufheben oder verstärken, je nachdem ob die Löschung nach einer größeren oder kleineren Halbwelle erfolgt. In den BSS-Kurven werden daher verschiedene Korrekturfaktoren für cos $\varphi \neq 0$ angegeben, die beispielsweise für cos $\varphi = 0,3$ und 40 % Unsymmetrie 0,98 bzw. 0,75 betragen. In Wirklichkeit sind solche Fälle gar nicht möglich, da bei einem so großen cos φ das Gleichstromglied viel zu schnell abklingt. Die Kurven sind also offensichtlich nicht in der Praxis erprobt worden. In Abb. 6c ist der Strom- und Spannungsverlauf für einen Grenzfall gegeben, wo bei einem cos $\varphi = 0,3$ das größtmögliche

Gleichstromglied von 100 % zu Beginn des Kurzschlusses vorhanden ist. Es klingt dann bereits nach 1,5 Halbwellen, d. h. bis zum ersten Stromnulldurchgang, auf 20 % ab. Die Spannung schwingt auf den Scheitelwert der wiederkehrenden Spannung ein, der Korrekturfaktor ist also in Übereinstimmung mit den BSS-Kurven gleich 1. Trotz vollem Gleichstromglied zu Beginn der Unterbrechung und erheblichem Zusatzwiderstand im Prüfstromkreis, welcher den cos φ auf 0,3 erhöht, kann also ein solcher Versuch als symmetrische Abschaltung im Sinne der BSS gewertet werden. Es steht fest, daß eine solche Abschaltung nicht mit den normalen Versuchen mit symmetrischem Abschaltstrom (nicht mehr als 20 % Gleichstromglied zu Beginn der Unterbrechung bei einem cos $\varphi = 0,15$) verglichen werden darf. Es erscheint daher angezeigt, derartigen Prüfungen mit einer gewissen Vorsicht zu begegnen.

Schaltzyklus.

Zur Kennzeichnung einer Schalthandlung wurden die Abkürzungen A (international: $O = \text{open}$) für eine Ausschaltung und E (international: $C = \text{close}$) für eine Einschaltung eingeführt (vergl. Tafel). Die Pause zwischen zwei Schalthandlungen wird durch das Symbol t oder direkt durch die entsprechende Zeit angegeben. EA oder CO bedeutet eine Einschaltung mit unverzüglich folgender Ausschaltung.

Für die Prüfschaltfolgen mit kleineren Strömen von 10 %, 30 % und 60 % des vollen Nennauschaltstromes ist in IEC-56 und BSS ein einfacher Ausschaltzyklus $0-3'-0-3'-0$ vorgesehen. Bei dem vollen Nennauschaltstrom wird der „Nennschaltzyklus“ $0-3'-CO-3'-CO$ zur Prüfung des symmetrischen Ausschaltvermögens durchgeführt. Für das unsymmetrische Schaltvermögen lautet der fünfte Schaltzyklus wiederum wie die drei ersten. Mit Rücksicht auf die amerikanischen Verhältnisse wurde in IEC-56 wahlweise ein Schaltzyklus mit 15 s Pause aufgenommen, und zwar für die kleineren Ströme und die Prüfung mit unsymmetrischem Strom die Schaltfolge $0-15''-0$, für die volle symmetrische Kurzschlußleistung $CO-15''-CO$.

Da das schnelle Wiedereinschalten in unseren Netzen eine immer größere Bedeutung bekommt, werden ähnliche Prüfungen auch bei uns nötig werden. Es hat jedoch den Anschein, als ob noch wesentlich kürzere Pausen bis hinunter zu Bruchteilen einer Sekunde eingelegt werden müssen, wenn die Vorteile des schnellen Wiedereinschaltens voll ausgenutzt werden sollen. Prüfbestimmungen hierüber können jedoch erst nach eingehenden Versuchen und praktischen Erfahrungen aufgestellt werden.

Die amerikanischen NEMA-Oil-circuit breaker standards machen in zwei Tafeln unter § SG 6—37 nähere Angaben über die Verringerung der Abschaltleistung bei noch größerer Schalthäufigkeit. (Achtung! CO bedeutet hier „Ausschalten“ = closed-opened, „Ein-Aus“ wird durch das Symbol OCO ausgedrückt.) In der Tafel sind bis zu 16 OCO -Schaltungen hintereinander mit 15'' Pause oder abwechselnd mit $0''-2'$ oder mit $0''-15''-1'-2'$ Pause angegeben, bei denen die Leistung bis auf 25 % heruntergeht.

Die Prüfung „Ein-Aus“ ist technisch nicht immer mit dem vollen Ein- und Ausschaltvermögen ausführbar, da Strom und Spannung im Prüffeld nach bestimmten Gesetzen abklingen, so daß sich nicht immer gleichzeitig die garantierten Leistungswerte für die Ein- und Ausschaltung einstellen lassen. Dem wurde in IEC-56 Rechnung getragen durch Aufteilung der Ein-Aus-Schaltungen: An Stelle der Schaltfolge Nr. 4, $0-3'-CO-3'-CO$ kann wahlweise ein Ausschaltzyklus $0-3'-0-3'-0$ und ein Einschaltzyklus $C-3'-C$ gesetzt werden. Demgegenüber wird in den R.E.H. diese Wahl nicht dem Prüfer überlassen, sondern es wurde ein Zyklus vorgeschrieben, der im Prüffeld ausführbar ist und doch die wichtige Ein-Aus-Schaltung enthält, nämlich $A-3'-E-3'-A-3'-EA'$.

Die letzte Ausschaltung A' kann dabei eine etwas kleinere Leistung ergeben, wie es die Möglichkeiten des Prüffeldes zulassen.

Zusammenfassung.

In den drei neuen Prüfvorschriften aus dem Jahre 1937 ist ein erfreulicher Fortschritt gegenüber den früheren Prüfvorschriften zu finden. Sie zeigen gute Übereinstimmung in allen wesentlichen Punkten, so daß Schalter, welche nach einer der drei Vorschriften geprüft wurden, miteinander verglichen werden können. Von besonderer Bedeutung ist, daß der symmetrische Abschaltstrom die Grundlage der Leistungsprüfung geworden ist. Die Vorschriften bedürfen noch einer Ergänzung hinsicht-

lich des Spannungsverlaufes der wiederkehrenden Spannung, also einer Festlegung der Eigenfrequenz oder des Spannungsanstieges, wobei der ersteren wegen der besseren Auswertbarkeit der Vorzug zu geben ist. Ferner muß noch die Prüfung von Schaltern großer Leistungen geregelt werden, damit auch diese einheitlich und in Übereinstimmung mit den Vorschriften geprüft werden können. Die diesbezüglichen Bestimmungen in den BSS sind als ein Versuch zu werten, der noch nicht erprobt ist und wohl kaum eine allgemeine Zustimmung finden wird. Die noch bestehenden Unterschiede, beispielsweise hinsichtlich der Prüfschaltfolgen, sind, gemessen am Ganzen, geringfügig und beeinflussen nicht die Vergleichbarkeit der Prüfergebnisse.

Zehn Jahre Kabelfehlerstatistik in der Schweiz.

Seit dem Jahre 1927 wird in der Schweiz eine Statistik über alle an unterirdischen und oberirdischen Kabeln des schweizerischen Fernsprechnetzes festgestellten Fehler geführt, die den Zweck hat, den Kabelfachmann über die Fehlererscheinungen, ihre Häufigkeit und ihre Ursachen zu unterrichten. Die Ergebnisse dieser Statistik, die nunmehr den Zeitraum von zehn Jahren umfaßt, sind in mehreren Tafeln zusammengefaßt worden, die sehr lehrreiche Rückschlüsse auf die Fehler in Kabeln gestatten¹⁾. Die beobachteten Fehler sind in drei Gruppen geteilt: Fabrikationsfehler, Fehler beim Aufbau und Fehler infolge äußerer Einwirkungen. Die Fehlerursachen der letzten Gruppe sind einzeln aufgeführt.

Wie aus der Zahlentafel 1 hervorgeht, ist die Gesamtzahl der im Jahre 1936 festgestellten Fehler nur um einen

Sorgfalt in der Herstellung der Kabel schließen. Auch wurden die Prüfungsvorschriften inzwischen verschärft.

Fehler beim Aufbau. Von den 242 Fehlern dieser Gruppe entfallen 25 auf Zersetzung der Isoliermasse in alten Muffen. Da diese Art der Herstellung einer Lötstelle verlassen ist, vielmehr allgemein die Trockenspleißung eingeführt worden ist, werden diese Fehler mit der Zeit verschwinden. Es blieben dann noch 217 Fehler, die zu Lasten der Lötmannschaft gingen. Da aber in dem zehnjährigen Zeitraum etwa 60 000 Lötstellen hergestellt wurden, kämen auf 1000 Muffen 3,6 Fehler, ein Verhältnis, das auf gute Lötter hinweist.

Durch äußere Einwirkungen verursachte Schäden. Bei diesen Schäden fällt auf,

daß rd. $\frac{1}{3}$ der Fehler durch Pickelhiebe, Sondiereisen oder pneumatische Abbauhämmer verursacht wurden. Die sehr hohe Zahl im Jahre 1929 führt man auf außergewöhnlich große Kälte zurück, die den Bruch vieler Wasserleitungen zur Folge hatte. Bei den infolgedessen notwendigen Grabarbeiten seien dann viele Kabel durch das Grabwerkzeug beschädigt worden. Die meisten Kabel waren durch Zoreisen geschützt, eine Maßnahme, die sich hauptsächlich zum Schutz gegen Pickelhiebe eignet. Gegen

Spitzeisen und Abbauhämmer ist Zoreisen indes nicht widerstandsfähig genug. Der beste Schutz, Beschädigungen der Kabel zu vermeiden, bleibt das gründliche Studium der Lagepläne vor Beginn der Instandsetzungsarbeiten an Gas-, Wasserleitungen u. dgl. Hierauf hinzuwirken ist eine wichtige Aufgabe der beteiligten Verwaltungen.

Aus der Angabe über die Anzahl der Blitzschäden läßt sich ersehen, daß rund die Hälfte auf den Kanton Tessin entfällt, dessen topographische, geologische und klimatische Verhältnisse für atmosphärische Entladungen besonders günstig sind. Frühere Feststellungen wurden bestätigt, daß die elektrischen Entladungen fast ausnahmslos durch oberirdische Linien und Kabelüberführungen in die Kabel gelangen. In Ausnahmefällen können auch andere Gegenstände die Überleitung bewirken. So nahmen in einem Falle die Entladungen ihren Weg über die Wurzeln eines Nußbaums in die Kabelanlage hinein, ein Vorgang, der auch im deutschen Kabelnetz schon beobachtet wurde. Die Durchschläge erfolgten meist da, wo das Kabel Knickungen, Beulen oder sonstige Formveränderungen aufwies. Beschädigungen durch Starkstrom sind

Zahlentafel 1. Statistik der Kabelfehler von 1927 bis 1936.

Schadensursache	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	zusammen
1. Fabrikationsfehler	29	18	14	19	43	30	39	52	27	26	297
2. Fehler beim Aufbau	34	20	28	24	36	20	17	24	21	18	242
3. Fehler durch äußere Einwirkungen:											
Pickel, Sondiereisen, Abbauhämmer	37	43	80*	53	76	51	45	62	52	37	536
Blitzschläge	5	18	13	11	8	6	6	22	10	9	108
Starkstrom	7	10	14	7	4	—	6	4	2	2	56
chemische Korrosion	4	1	6	—	4	5	5	6	5	3	39
elektrolytische Korrosion	2	7	3	2	4	3	2	2	5	2	32
interkristalline Korrosion	—	1	1	3	3	1	5	9	8	8	39
Umlegen und Abbiegen	9	9	6	12	12	7	6	8	16	7	92
Wildwasser, Erdbeben usw.	7	3	3	4	7	5	13	28	4	5	79
Fahrzeuge und Walzen	1	—	—	1	—	2	5	2	2	2	18
Feuer	—	—	2	—	1	—	2	2	—	—	7
Nagetiere (Ratten und Mäuse)	3	4	2	2	7	3	7	9	17	17	71
Ursachen unbekannt	5	2	11	3	3	6	3	3	3	8	47
zusammen	143	136	186	141	208	139	161	233	172	144	1663
davon entfallen											
auf Teilnehmerkabel	122	118	171	123	261	171	95	152	125	98	1282
auf Fern- und Bezirkskabel	21	18	15	18	47	22	66	81	47	46	381

* Große Kälte.

höher als im Jahre 1927, obgleich sich das Kabelnetz mehr als verdoppelt hat. In den Zwischenjahren weichen die Jahreszahlen zum Teil nur wenig von der Gesamtzahl des letzten Jahres ab, zum andern Teil aber wird sie erheblich überstiegen. Hier hebt sich besonders das Jahr 1934 heraus, das 64 % mehr Fehler aufzuweisen hat. Diese hohe Fehlerzahl ist durch außergewöhnliche Wetterkatastrophen, Blitzschläge, Wildwasser, Überschwemmungen, Erdbeben usw. hervorgerufen worden, wobei sich alle Maßnahmen zur Sicherung der Anlagen als unzureichend erwiesen haben. Im einzelnen ist zu den Fehlergruppen folgendes zu sagen:

Bei den Fehlern der Fabrikation bestand die überwiegende Zahl aus Undichtigkeiten der Bleimäntel. Geringer waren die Isolationsfehler und Adernbrüche, bei denen etwa die Hälfte auf die eingebauten Pupinspulen kommen. Die Abnahme der Fabrikationsfehler in den letzten Jahren der Beobachtung läßt auf eine größere

¹⁾ R. Gertsch, Techn. Mitt. schweiz. Telegr.-Teleph.-Verw. 15 (1937) S. 201; 7 $\frac{1}{2}$ S., 7 Abb.

in 56 Fällen vorgekommen. Hiervon entfallen 22 Fälle auf Durchbrennen der Kondensatoren in den Pupinspulen infolge von Kurzschlüssen im Fahrleitungsnetz der Schweizerischen Bundesbahnen. Von dem Rest der festgestellten Kabelfehler wurden $\frac{2}{3}$ durch Kurzschlüsse elektrischer Bahnen und $\frac{1}{3}$ durch Übertritt des Stromes aus anderen Starkstromanlagen hervorgerufen. In einzelnen Fällen wurde festgestellt, daß die Bauvorschriften an den Anlagen nicht eingehalten wurden.

Die Fälle, in denen die Kabel Bleimantelfehler durch elektrolytische oder chemische Einwirkungen zeigten, sind in den Beobachtungsjahren ungefähr gleich geblieben. Die Tätigkeit der Kontrollstelle der Schweizerischen Korrosionskommission und die Maßnahmen der Bahnverwaltungen haben dafür gesorgt, daß die von den Bahnanlagen ausgehenden Streuströme so stark vermindert wurden, daß sie nicht mehr schädlich wirken. Immerhin muß man noch mit weiteren Schäden rechnen. Die Fernsprechverwaltung ist aber außerdem noch bemüht, ihre Kabel möglichst aus dem Gefahrenbereich der Bahnen zu halten. Gestiegen ist in den letzten Jahren die Zahl der durch interkristalline Korrosion entstandenen Schäden. Von den 39 aufgeführten Fehlern sind 10 an Kabeln entstanden, die an Brücken oder ähnlichen Bauwerken befestigt waren. 29 Fälle wurden an oberirdischen Kabeln hauptsächlich an den Aufhängepunkten am Übergang vom beweglichen zum unbeweglichen Kabelteil festgestellt. Je älter die Kabel werden, desto häufiger werden sich diese Fehler einstellen.

Wegen ihrer Störungsanfälligkeit wird man in steigendem Maße die Luftkabel durch unterirdische Kabel ersetzen. Inwieweit ein gewisser Zusatz von Zinn und Antimon größere Haltbarkeit des Kabelmantels herbeiführt, läßt sich aus den beobachteten Fehlern nicht ersehen. Jedenfalls wird man in Zukunft nur dort Luftkabel aus-

legen, wo die Ausbauverhältnisse des Fernsprechnetzes so ungeklärt sind, daß die Auslegung von Erdkabeln noch nicht in Frage kommt.

Ziemlich groß ist noch die Zahl der Fehler, die durch Umlegen und Biegen der Kabel infolge von Arbeiten beim Spleißen, bei Umbauten der Schächte und bei Kanalisationsarbeiten entstehen, bei denen die Kabel umgelagert werden. Hierbei werden die Bleimäntel oft übermäßig beansprucht. Risse im Mantel sind dann die Folge.

Durch Erdbeben, Wildwasser, Überschwemmungen und Eisbildung sind in den zehn Jahren 79 Fehler entstanden. Davon sind allein im Jahre 1934 28 Fälle zu verzeichnen. In diesem Jahre waren besonders schwere Gewitter aufgetreten, die erhebliche Wasserschäden verursachten. Von den 79 Schadenfällen entfallen 20 auf Eisbildung in den Kanälen und Rohren. Zur Vermeidung dieser Schäden muß dahin gestrebt werden, Wasseransammlung in den Kanalanlagen zu verhindern.

In steigendem Maße werden die Kabel durch Nagetiere beschädigt. So sind 71 Fälle dieser Fehlerart festgestellt. Je mehr man für die Kabelverlegung die Straßen und Wege verläßt und auf kürzestem Wege mit den Kabeln durch Wiesen- und Ackerland geht, desto größer wird diese Gefahr. Hier hilft nur entweder eine Armierung der Kabel oder das Verlegen in Zoreskanälen; beides muß so sorgfältig geschehen, daß die Nagetiere nicht eindringen können.

Bei den Schadenfällen, die seltener auftreten, wird das Wandern der Bleikabel in Kanälen infolge der Bewegung des Bodens durch den Straßenverkehr erwähnt. Die Kabel wandern in der Richtung des Straßenverkehrs, strecken sich an einem Ende der Kabelstrecke und stauen sich am anderen Ende auf, wodurch Mantelrisse entstehen.

Kbr.

Ergebnisse aus der Prüfung von Niederspannungsanlagen.

Von E. Schulz und G. Paschke VDE, Berlin.

621. 316. 1. 027. 2. 004. 5

Übersicht. Die Verfasser haben seit mehreren Jahren bei der Prüfung von Niederspannungsanlagen in Theatern, Lichtspieltheatern und Versammlungsräumen¹⁾ Erfahrungen gesammelt, über deren Ergebnisse berichtet wird. In der Darstellung werden bewußt die Besonderheiten in den elektrischen Anlagen derartiger Räume, wie Not-, Sonder- und Panikbeleuchtung u. dgl., außer acht gelassen. Nur allgemein verbreitete Schadensmerkmale von Niederspannungsanlagen werden behandelt.

Seit mehreren Jahren werden die elektrischen Anlagen von Theatern, Lichtspieltheatern und Versammlungsräumen u. dgl. in regelmäßigen Zeitabständen geprüft. Für derartige Gebäude und Räume werden besondere Sicherheitseinrichtungen und -schaltungen verlangt. Auch bei einer Störung in der Stromversorgung müssen im Gefahrenfall — bei einem Brand oder einer Panik — Besucher, Schauspieler, Vorführer und andere Beschäftigte weitgehend geschützt sein. In technischer Hinsicht sollen die elektrischen Anlagen den VDE-Vorschriften²⁾ über die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter oder über 1000 V entsprechen.

Der Bericht entstammt einem Prüfgebiet, das der örtlichen Lage nach mehrere Stadtbezirke Berlins und einzelne Landkreise der Provinz Brandenburg umfaßt. Es wurden 130 Berliner Anlagen verschiedener Art und Größe und 270 Anlagen in Kleinstädten und Dörfern in die Untersuchung einbezogen.

Beispiele für den elektrischen Sicherheitszustand.

Bei der Prüfung von Niederspannungsanlagen sind drei Fragen zu beantworten:

- I. Sind Geräte und Leitungen ausreichend gegen mechanische Beschädigung geschützt verlegt?
- II. Sind alle spannungsführenden Teile einer Berührung hinreichend entzogen?
- III. Ist die elektrische Festigkeit von Geräte- und Leitungsisolation groß genug, um Erd- und Phasenschlüsse zu vermeiden?

Alle drei im folgenden durch Beispiele belegten Grundforderungen müssen erfüllt sein, ehe man eine Niederspannungsanlage als sicher hinsichtlich einer Gefährdung von Menschen und Sachwerten bezeichnen kann.

Zu I und II. Die beiden ersten Fragen konnten nur nach sorgsamer Besichtigung und Prüfung sämtlicher Leitungen und Anlageteile unter Zuhilfenahme von Spannungsprüfgeräten beantwortet werden. Eine Auswahl der häufig angetroffenen grundsätzlichen Fehler sei hier gegeben.

1. Das Isolierrohr, Abb. 1, wurde kurz oberhalb der Verbindungsmuffe *a* abgesichert angetroffen; die beiden unter Spannung stehenden Leiter waren dagegen noch nicht unterbrochen. Das aus dem Saalfußboden ragende Schutzrohrstück *b* war zu kurz bemessen und die Kreuzung mit der Gasleitung *c* nicht sachgemäß ausgeführt. Auf diese Weise konnte leicht das in einigem Abstand

¹⁾ In Preußen ist für die Überwachung die Polizeiverordnung über Errichtung und Betrieb elektrischer Anlagen vom 15. 2. 1935 maßgebend.

²⁾ VDE 0100 und 0101.

von der Wand frei verlegte Isolierrohr durch eine Sitzbanklehne abgesichert werden.

2. Bei dem Sicherungselement *a* in Abb. 2 ist neben fehlenden Elementdeckeln, die bei älteren Ausführungen meist nur durch eine winzige Schraube befestigt sind, das zu kurze spannungsführende Leiterende „künstlich“ mit der Antennenlitze *b* verlängert und unter die offen liegende Klemmschraube untergehakt.

3. Den drei parallelgeschalteten Steckdosen auf Abb. 3 wird die Spannung über den im Bild frei herabhängenden Stecker *a* zugeführt, dessen Stifte somit dauernd unter Spannung stehen. Ebenso bietet der stark besetzte Steckerverteiler *b* keinen einwandfreien Berührungsschutz. In dieser Hinsicht gibt auch die „Farbwechsel-Schaltanordnung“ einer Kleinstadtbühne auf Abb. 4 noch ein abschreckendes Beispiel.

Zu III. Die elektrische Isolierfestigkeit von Schaltelementen und Leitungen wird bei derartigen Prüfungen stets durch Messung des

Isolationswiderstandes eines Leiters gegen Erde oder der Leiter unter sich mit Hilfe eines Widerstandsmeßgerätes oder durch Messung des etwa vorhandenen Erdschlußstromes mittels eines geeigneten Strommessers unter Benutzung der Eigenspannung der Anlage bestimmt. In Anlagen, die an ungeerdete Niederspannungsnetze angeschlossen sind, ist diese Messung ohne besondere Vorkehrungen möglich. In Anlagen mit isoliert verlegtem und gemeinsam an eine geerdete Schiene angeschlossenem

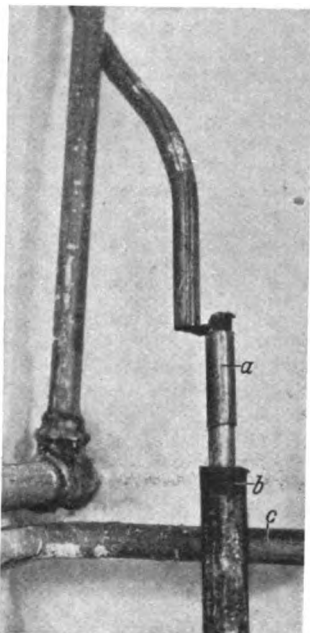


Abb. 1. Abgesichertes unter Spannung stehendes Isolierrohr. Schutzrohr *b* zu kurz. (Erklärung der weiteren Buchstaben im Text.)

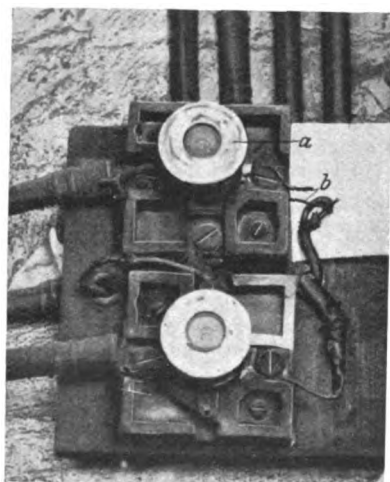


Abb. 2. „Sicherungstafel“ einer alten großstädtischen Anlage. Zuführung zur Sicherung *a* mittels Antennenlitze *b*.

Rückleiter müssen vorher sämtliche Verbindungen mit der Erdschiene gelöst werden; sind dagegen die Rückleitungen blank verlegt oder die gemeinsame Erdschiene unzugänglich oder nicht vorhanden, so bleibt nur übrig, sämtliche Glühlampen zu lösen. In ausgedehnten

Anlagen mit hochhängenden und schwer erreichbaren Beleuchtungskörpern bedeutet dies eine umständliche und zeitraubende Vorbereitungsarbeit, oft auch erhebliche Betriebsbeeinträchtigungen. In solchen Fällen muß stets die Erfahrung des Prüfenden über Art und Umfang der Messung entscheiden.

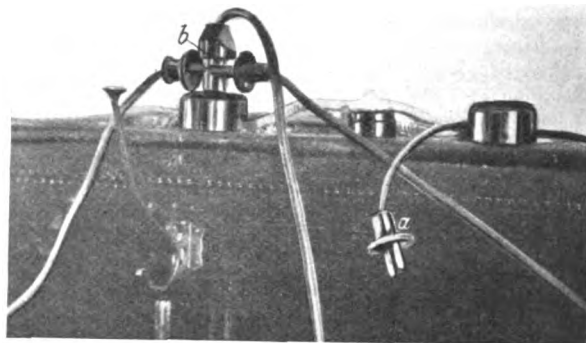


Abb. 3. „Steckdosenverteilung“; Spannungszuführung über die Stifte des Steckers *a*.

Der Beleuchtungseinrichtung einer Dorfbühne (Abb. 5) mit dem zugehörigen „Beleuchterstand“ (Abb. 6) ist schon äußerlich eine ungenügende Isolierfestigkeit der auf Holzleisten verlegten Leitungen anzumerken. Die Isolierfestigkeit wird noch dadurch herabgesetzt, daß sich die Lampen-

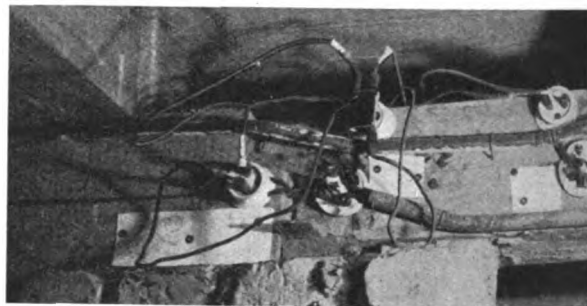


Abb. 4. „Farbwechselschaltanlage“ einer Kleinstadtbühne.

reihe in der Höhe verstellen läßt, so daß die einige Jahrzehnte alte Litze mit der inzwischen spröde gewordenen Gummiumhüllung auf Biegung beansprucht wird. Zudem sind sämtliche Klemmstellen der Lampen noch durch Zug belastet.



Abb. 5. Bühnenlampen einer Dorfbühne.

Bei diesen Beispielen zeigt sich, daß gegen die oben angeführten Bemessungs- oder Verlegungsgrundsätze durchweg verstoßen ist. Die zum Teil stark benutzten

Anlagen befinden sich mehrfach im völligen „Bastelzustand“. Leider sind auch vereinzelt Großanlagen (s. a. Abb. 9) darunter zu finden. Vom Sicherheitsstandpunkt aus gesehen, war es verschiedentlich allerhöchste Zeit, hier Wandel zu schaffen.

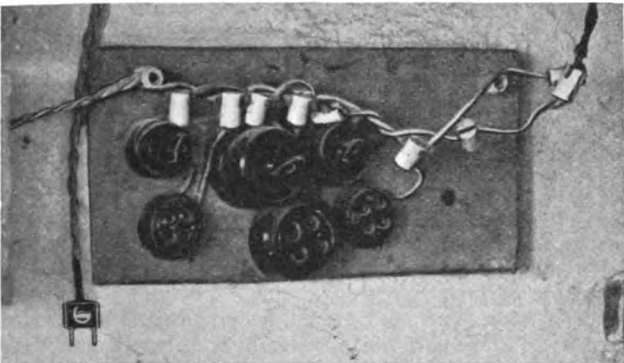


Abb. 6. „Beleuchterstand“ für die Bühnenbeleuchtung Abb. 5.

Ergebnisse der laufenden Überwachung.

Das Gesamtergebnis dieser kleinen Erhebung ist in Zahlentafel 1 zusammengefaßt. Wie wenig die geprüften Anlagen den obengenannten Forderungen entsprechen, zeigen die Zahlenwerte in den Reihen 2, 3 und teilweise auch 4.

Die doppelte Unterteilung nach Anlagen in der Großstadt, der Kleinstadt und auf dem Dorfe sowie nach Mängeln an den einzelnen Anlageteilen ist gewählt, um einen Hauptübelstand zahlenmäßig belegen zu können, nämlich den großen Mangel an ausreichend geschulten Handwerkern. Besonders in Kleinstädten und ländlichen Be-

durch den offen liegenden NGA-Draht *c* eine Phase der Kraftsteckdose an der Einführungsstelle angezapft und mit einem Pol der zweipoligen Steckdose *d* verbunden. Der

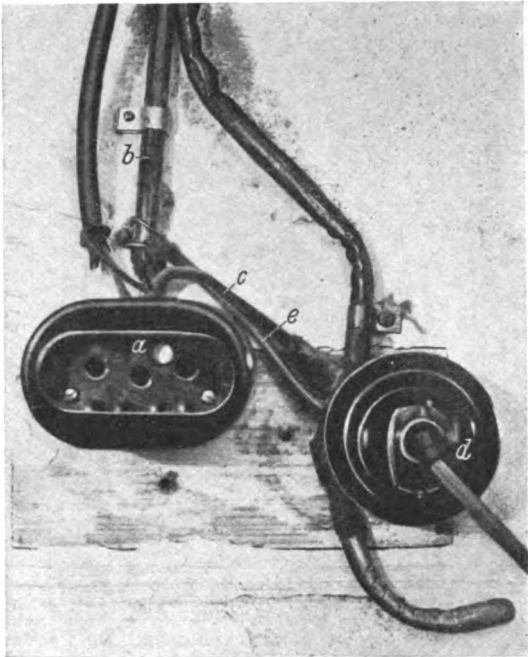


Abb. 7. Unsachgemäße Leitungsverlegung, teilweise ohne Rohrblegezange. Die Steckdosen *a* und *d* sind durch offenliegende NGA-Drähte *c* und *e* verbunden.

als Rückleitung dienende, ebenfalls offen verlegte NGA-Draht *e* wurde mit dem Außenmantel des Isolierrohres *b* als Erdleitung verwürgt. Dazu waren noch weitere Rohr-

Zahlentafel 1. Mängel an Niederspannungsanlagen in Theatern, Lichtspieltheatern und Versammlungsräumen in der Großstadt, in der Kleinstadt und auf dem Dorf.

Fehlerdurchschnitte bezogen auf 100 Anlagen					Gesamtfehlerzahl		
Mängel	Fehlerbezeichnung	Großstadt %	Kleinstadt %	Dorf %	Großstadt %	Kleinstadt %	Dorf %
1 in der Ausführung der Anlage	mangelhafte Errichtung	4	8	3	51	1. Prüfung 39	61
	ungenügende Übersichtlichkeit größerer Anlagen	33	20	44		2. Prüfung —	
	Schaltfehler in den Stromkreisen	14	11	14	20	—	—
	offene und ungeschützte Verlegung	8	22	6		—	
2 an den Leitungen	lose oder tote Leitungen und Isolierrohre	12	16	18	46	1. Prüfung 98	82
	unzulässig geflickte Leitungen; falsche Verbindungen	21	43	43		2. Prüfung —	
	zugbeanspruchte Klemmstellen	5	17	15	22	—	—
	unzulässiges Schaltzeug	37	52	70		—	
3 an den Schaltgeräten und Sicherungstafeln	mangelhafte Verteilung	27	33	33	83	1. Prüfung 111	137
	beschädigtes Schaltzeug; spannungführende Steckerstifte	19	26	34		2. Prüfung —	
	unzureichende Sauberkeit	8	3	7	46	20	23
4 in der Unterhaltung	fehlende oder zu hohe Absicherung	8	8	2		2. Prüfung —	
	zu geringe Isolationsfestigkeit	30	9	14	31	—	—

zirken macht er sich fühlbar. Denn bis auf wenige Ausnahmen sind die in den Reihen 2 und 3 aufgeführten Mängel auf unsachgemäße Auswahl oder Verlegung von Schaltzeug und Leitungen zurückzuführen, also auf Fehler, die von guten Fachhandwerkern stets vermieden werden.

Durch ein recht anschauliches „Schulbeispiel“ (Abb. 7) soll dies noch deutlicher gezeigt werden. Für eine Dorfbühne reichte die zunächst allein bestehende Anschlußmöglichkeit über die Kraftsteckdose *a*, Wechselspannung 3 × 380 V, mit Isolierrohr *b* als Zuleitung nicht aus. Vor allem sollte auch die Spannung ohne Leitungsneuverlegung auf 220 V herabgesetzt werden. Zu diesem Zweck war

draht- und Gummischlauchabzweige unter die Steckdosen *a* und *d* untergeklemt.

Die Art der Anschlüsse läßt auch ein Mindestmaß an handwerklichem Können und jede Sorgfalt im Verlegen vermissen. Zudem besteht dauernd Gefahr, daß der Isolierrohrmantel bei Mantelunterbrechung bis zu dieser Stelle volle Netzspannung erhält. Da nicht anzunehmen ist, daß diese Verlegungsarbeit von einem handwerklich Vorgebildeten ausgeführt wurde, bleibt nur der Schluß, daß in diesem Falle „Schwarzarbeit“ geleistet war. Diese Vermutung konnte auch später bestätigt werden.

Niederspannungsanlagen, die von vornherein mit zu einfachen Mitteln, ungenügender Bezeichnung und nur be-

helfsmäßiger Leitungsverlegung errichtet sind, wie die des ländlichen Bildwerferraums (Abb. 8), muß oft jede Übersichtlichkeit abgesprochen werden. Das von der

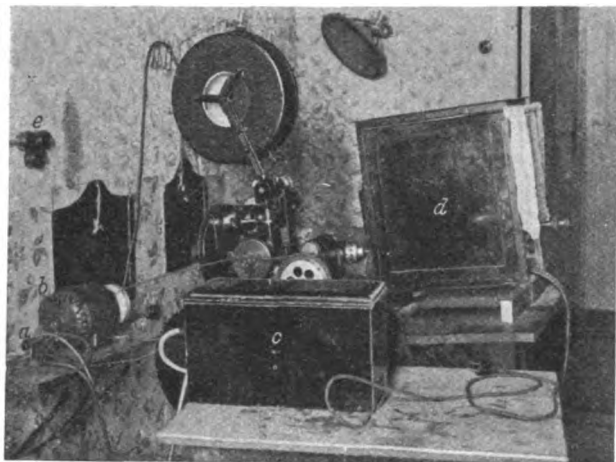


Abb. 8. Bildwerferraum eines Dorfkinos, dessen sämtliche Teile trotz Dauerbenutzung behelfsmäßig angeschlossen sind.

„Steckerverteilung“ *a* ausgehende Leiterbündel muß erst entwirrt werden, um die einzelnen Anschlüsse für den Bildwerfermotor *b*, den Verstärker *c* und die Bogenlampe des Bildwerfers *d* erkennen zu können. Auf die wenig fachgerechte Anordnung und Befestigung dieser zum Vorführbetrieb gehörigen Geräte soll hier dem eingangs Ge-

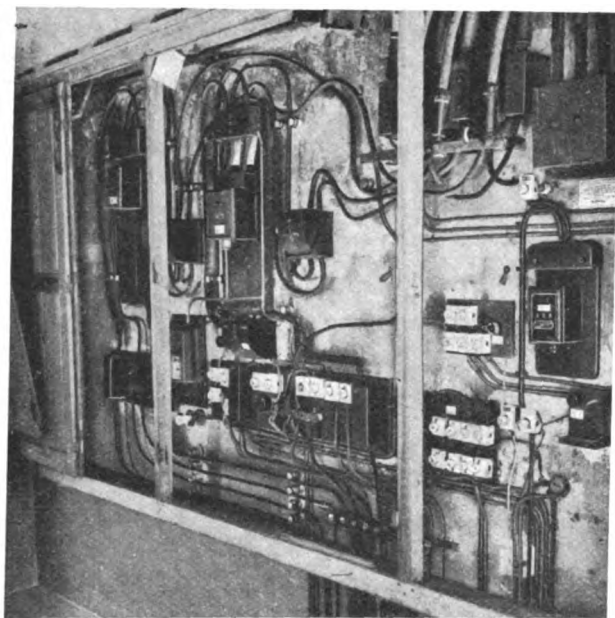


Abb. 9. Hauptverteilung der elektrischen Anlage eines großstädtischen Theaters.

sagten entsprechend nicht weiter eingegangen werden. Die „Schalttafel“ des als feuergefährdet geltenden Bildwerferraums besteht lediglich aus den drei parallelgeschalteten Steckdosen *e*; die einzelnen Geräte selbst sind nicht gesondert abgesichert.

Auch eine ursprünglich übersichtlich gebaute Schaltanlage läßt sich nicht beliebig oft durch Zusätze ver-

schiedener Art erweitern, ohne daß die Übersichtlichkeit und damit die Betriebssicherheit der gesamten Anlage in Frage gestellt wird. Läßt man diese einfache Grundregel außer acht, so entstehen Schaltanlagegebilde wie die Hauptverteilung eines Berliner Theaters (Abb. 9), in dem allabendlich Vorstellungen laufen.

Nun soll damit gewiß nicht gesagt sein, daß gerade diese letztgenannten Anlagen an sich benutzungsgefährlich sind. Durch ihre Unübersichtlichkeit ist jedoch die Möglichkeit von Bedienungsfehlern, Scheuerstellen, Fehlschaltungen u. dgl. viel öfter gegeben als bei übersichtlichen Anordnungen. Ein Wechsel in der Bedienung und unzureichende Vertrautheit können manchen an sich kleinen Störungen ein unerwünschtes Ausmaß geben.

Zahlentafel und Abbildungen geben ein überzeugendes Bild von der Notwendigkeit einer laufenden Überwachung elektrischer Niederspannungsanlagen, zum mindesten in allen der Öffentlichkeit dienenden Versammlungs- und Zuschauerräumen. Die geschilderten Verhältnisse sind aber keineswegs auf die elektrischen Anlagen derartiger Gebäude beschränkt, was bei unseren Prüfungen elektrischer Einrichtungen mancher industrieller, gewerblicher bzw. landwirtschaftlicher³⁾ Betriebe zutage trat.

Daß die elektrischen Anlagen durch laufende Überwachung in kurzer Zeit auf einen besseren technischen Stand gebracht werden, läßt sich ebenfalls der Zahlentafel 1 entnehmen. Bei den Berliner Anlagen wurden neben den ursprünglich vorhandenen Mängeln die noch bei der zweiten Prüfung aufgefundenen verzeichnet. Man erkennt, daß durch zwei in Jahresabstand vorgenommene Prüfungen die Schädenszahl um rd. 50 % gesenkt werden konnte. In Zeiten der Werkstoffnot wird das Zeitmaß dieser technischen Verbesserungen naturgemäß geringer als sonst sein.

Zusammenfassung.

Die Hauptfehler der von den Verfassern geprüften Niederspannungsanlagen sind in mangelhafter Planung und unsachgemäßer Wahl und Verlegung von Geräten und Leitungen zu suchen. Diese Tatsachen lassen auf einen Mangel an Fachhandwerkern oder eine nicht genügende Ausbildung der in diesem Gewerbe tätigen, besonders in der Kleinstadt und auf dem Dorfe, schließen. Eine gründliche Schulung und Erziehung des Handwerkernachwuchses wird diesem Übelstand abhelfen.

Ferner wäre eine stets wiederholte umfangreiche Aufklärungsarbeit aller Anlagenbesitzer durch die berufsständischen Gliederungen dahingehend notwendig, daß elektrotechnische Leitungsanlagen weder vom Gastwirt noch vom Klempner oder Dorfschmied ausgeführt werden sollten, es sei denn, sie hätten tatsächlich hinreichende Kenntnisse des Installationswesens. Die Bequemlichkeit in der Beschaffung benötigter Anlagenteile verleitet leider den Nichtfachmann dazu, „kleine“ Änderungen bestehender Anlagen aus Gründen der Kostenersparnis selbst vorzunehmen. Nach der hier gezeigten Schadenauslese dürfte die Schadenursache „Kurzschluß“ in nicht überwachten Anlagen öfter als gemeinhin angenommen zutreffen. Abhilfe kann nur durch eine Nachprüfung in angemessenen Zeitabständen erfolgen. Dabei werden Fehler, die nur durch Altern und Verwittern einer von vornherein sachgemäß errichteten Niederspannungsanlage entstehen können, ebenfalls mit Sicherheit erfaßt und ausgemerzt.

³⁾ Aus dieser Erkenntnis heraus sind auch am 31. 8. 1937 durch eine Ausführungsverordnung zum Energiewirtschaftsgesetz die elektrischen Anlagen landwirtschaftlicher Betriebe unter laufende Überwachung gestellt. ETZ 58 (1937) S. 1016.

Die neueren Untersuchungen über Motorerwärmung⁵⁾ und über Fahrzeitermittlung und Bestimmung der Beanspruchungen von Fahrmotoren und Transformator⁶⁾ haben erwiesen, daß die früher noch in gewissen Grenzen brauchbare Erwärmungsrechnung nach $I^2 R$ heute nur noch in Ausnahmefällen berechtigt ist. Das Gerät von Knorr könnte deshalb statt des Wertes $I^2 R$ den Wert der Verluste der zu untersuchenden Maschine oder ihres kritischen Teiles auftragen, auch könnten verschiedene Lüftungsarten und Zeitkonstanten berücksichtigt werden. Das würde aber bedeuten, daß zu jeder Geschwindigkeit und Zugkraft andere Werte der Verluste und der Zeitkonstanten einzustellen sind. Aus dem bis dahin zügigen Verfahren würde dann ein „Schritt-für-Schritt-Verfahren“, das gegenüber dem rechnerischen Verfahren⁶⁾ allerdings noch den Vorteil der gleichzeitigen Auswertung mit sich brächte.

Wie in den unter den Fußnoten 5) und 6) genannten Aufsätzen dargelegt wird, benötigt man zum Entwurf hochausgenutzter neuzeitlicher Fahrzeuge noch eine große Zahl weiterer Werte: die Treibradzugschraft, den Motorstrom, die Motorspannung, die gleichzeitig Transformatorniederspannung ist, Hochspannungsstrom, Hochspannungsschein- und -wirkleistung sowie die gesamte Treibrad- und Fahrdracharbeit sowohl für Fahr- wie für Bremsbetrieb. Zwar sind diese Werte hauptsächlich beim Entwurf der Fahrzeuge erforderlich, aber ihre Ermittlung für Fahrzeuge im normalen Betrieb wäre ebenfalls sehr nützlich.

Zusammenfassend ist zu sagen:

Das amerikanische Gerät stellt für die Fahrzeitermittlung und die Integrierung von ein bis zwei Verbrauchswerten die bisher beste Lösung dar.

Die Ermittlung der Kurven Geschwindigkeit und Weg über Zeit ist beim Knorrschen Fahrdigraphen umständlicher; dafür ist die Aufzeichnung von Erwärmungskurven — wenn auch in einem zweiten Arbeitsgang — möglich.

Die neuesten rechnerischen Verfahren [Fußnote 5) 6)] erfordern einen größeren Aufwand an Zeit als die maschinellen Verfahren, ergeben dafür aber etwa die doppelte Zahl von Betriebswerten, ohne daß man Anlagekosten für eine Maschine benötigt.

Wünschenswert wäre eine Maschine, die bei einfacher Bedienung die Ergebnisse der genannten rechnerischen Verfahren liefert und Auswertungen nach Art des Lochkartenverfahrens ermöglicht. Soweit sich nach Untersuchungen des Berichters übersehen läßt, sind die technischen Schwierigkeiten nicht unüberwindlich, jedoch würde der Preis der Maschine bei den geringen erforderlichen Stückzahlen kaum erschwinglich sein.

H. K o t h e r VDE, Berlin.

⁵⁾ Kother, Elektr. Bahnen 13 (1937) S. 108; ETZ 58 (1937) S. 632.

⁶⁾ Kother, Elektr. Bahnen 13 (1937) S. 297; ETZ 59 (1938) S. 114.

Das Fernsehen, seine Geschichte, Entwicklung und Aussichten.

621. 397.5

Schon einleitend erweist sich der Verfasser¹⁾ als völlig auf die englische Technik eingestellt, den älteren deutschen Fernseh-Programmtrieb erwähnt er nicht. Die Grundbegriffe, wie Bilderlegung, Bildzeilen- und Bildwechselzahl, die optisch-elektrischen Umformungen, die Mittel der Bildfelderlegung, die Möglichkeit der Abtastung nach dem Abbildungsverfahren oder mit bewegtem Lichtpunkt, werden in üblicher Darstellung, jedoch nicht ganz fehlerfrei behandelt. So wird z. B. die Lichtsteuerung mittels Kerr-Zelle (Ausnutzung der elektrostatischen Doppelbrechung) irrtümlich mit einer Drehung der Polarisationssebene erklärt. Bei der bekannten Vorführung von Karolus, Leipzig (1924), wurden nicht die in Abb. 9 gezeichneten, übrigens falsch angeordneten Schlitzscheiben, sondern gewöhnliche Nipkow-Scheiben mit Lochspiralen verwendet. Das Schema einer neuzeitlichen Braunschen Fernschbildröhre hohen Entlüftungsgrades (Abb. 15) könnte durch die unglückliche Darstellung des Steuergitters und der Anode als Netze irreführend wirken. Zur Erklärung der wichtigen Gleichlaufregelung wird leider ein Verfahren ohne „Schwarzpegel“ der Trägerwelle herangezogen (Abb. 20); derartige Verfahren haben sich nicht bewährt und daher keine praktische Bedeutung mehr. Bei der Beschreibung des Bildfängerrohres nach Art des Ikonoskops (Abb. 23) ist die für den

erzielten Fortschritt so wesentliche Speicherwirkung der Schirmzellen unerwähnt gelassen.

Der geschichtliche Abriß beginnt bei den Bildtelegraphen von Bakewell, der Entdeckung der Lichtempfindlichkeit des Selsens (Smith, Bidwell) und dem ersten Fernsehversuch von Carey (1875, Zellenraster-Fernseher). Carey standen jedoch dazumal noch keine Neonlampen als Empfangs-Leuchtzellen zur Verfügung, das Neon wurde von Ramsay erst in den neunziger Jahren aufgefunden. Anschließend werden die Arbeiten von Senlecq, Leblanc, Weiller u. a. angeführt und die Verdienste von Paul Nipkow um die Durchführung eines praktischen Fernsehens mit Hilfe seiner gleichlaufenden Spirallochschreiben richtig und vollständig beschrieben. Zur Neuzeit übergehend, stellt der Verfasser die Arbeiten von Baird und von Jenkins, die Versuche des Bell-Laboratoriums und Alexandersons von der General Electric Co. voran. Es folgt die Erwähnung von Karolus, der an Stelle der Nipkow-Scheibe das Weiller'sche Spiegelrad einführt. Daß Karolus die Kerrzelle als erster in eine technisch brauchbare Form gebracht und Alexanderson sie von ihm übernommen hat, scheint dem Verfasser unbekannt zu sein. Wenn am Schluß des Kapitels das Jahr 1935 als Zeitpunkt der öffentlichen Einführung verschiedener hochzeitiger Fernsehsysteme (Baird und Marconi-EMJ in England, Barthélemy in Frankreich, Karolus-Telefunken in Deutschland, Radio Corporation in Amerika) genannt wird, so muß hierzu ergänzt werden, daß der Beschluß der deutschen Reichspost, drahtlose Fernsehsendungen mit 180 Zeilen betriebsmäßig durchzuführen, weit früher liegt (1933).

In der Folge zeigt sich wieder eine gewisse einseitige Unterordnung des Verfassers. Während der Stand in England (Einführung des Marconi-EMJ-Systems, 405 Bildzeilen, 25 volle Bilder/s, Zeilensprung, Emitron-Bildfänger) sowie besondere dortige Entwicklungen (Pye, Cossor, das mechanische Fernsehsystem von Scophony u. a.) richtig dargestellt sind, schreibt der Verfasser Deutschland eine ziemlich rückständige Technik zu. Er erwähnt zwar die neue deutsche Fernschnorm (441 Bildzeilen, 25 vollständige Bilder, Zeilensprung), nimmt aber an, daß zur Zeit für unmittelbare Fernsehaufnahmen noch das Zwischenfilmverfahren die Hauptrolle spiele. Daß in Deutschland eine unmittelbar aufnehmende elektronische Bildfängerkamera von Telefunken und später auch von anderen Firmen entwickelt und in die Praxis eingeführt worden ist, scheint ihm trotz der Vorführungen, die seit Mai 1937 auf der Pariser Weltausstellung liefen, unbekannt zu sein. Dagegen ist der deutsche Stand in bezug auf den Fernsehempfang (Heimempfänger, Projektionsempfänger) mit Braunscher Röhre sowie in bezug auf die Anwendung derselben als Fernseh-Bildzerleger im allgemeinen zutreffend geschildert. Ebenso entspricht die Darstellung der Entwicklung in Italien, Frankreich und den Vereinigten Staaten sowie in den Ländern, die sich vorläufig nur mit Versuchen befassen, im großen ganzen den Tatsachen, abgesehen von der Behauptung, in den V. S. Amerika habe das Fernsehen nächst England die größte Ausdehnung erreicht. Dies ist, trotz vollendeter Beherrschung der Übertragungstechnik in den Laboratorien der maßgebenden Firmen, nicht der Fall, weil die Lösung des Verteilungsproblems wegen der großen Entfernungen des Landes sehr viel schwieriger ist als anderswo.

In Kapitel V versucht der Verfasser, ausgehend von den Daten der englischen Fernsehsehung, der er die Güte des Kinobildes zuschreibt, die Bevorzugung der waagerechten Zeilenlage theoretisch zu begründen. Hierüber ließe sich aber mehr und anderes sagen. Er wünscht sodann mit Recht eine allgemeine Normung, zu der ja Ansätze bereits vorliegen, und glaubt, daß diese Normung sich auf den Preis der Fernsehempfänger günstig auswirken wird. Schließlich wird noch die Unentbehrlichkeit der ultrakurzen Wellen erwähnt, die gewöhnlich nur geringe Reichweite haben, jedoch manchmal auch in großer Entfernung (England—Amerika) empfangen werden. Verfasser läßt es offen, ob hierauf ein überseeisches Fernsehen gegründet werden kann (tatsächlich handelt es sich um jahreszeitlich bedingte, stark schwankende Erscheinungen, bei denen jedoch die Feldstärken für den Bildempfang viel zu klein sind). An die Durchführbarkeit des farbigen und plastischen Fernsehens glaubt er aus Gründen der technischen Verwicklung und der hohen Kosten nicht.

Nach einem Hinweis auf die Bedeutung des Fernkino und auf die Rolle des Fernseh-Hörkino als Ergänzung des Hörkino werden schließlich Rechts- und Organisationsfragen berührt, die für den Techniker von minderm Interesse sind. Fußend auf der unerwarteten Entwicklung des Hörkino wird eine ebenso große wirtschaftliche Zukunft des Fernsehens als sicher angenommen.

Fritz Schröter, Berlin.

¹⁾ J. van Reysschoot, Bull. Sofina (1937) Nr. 11.

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 3. 018. 1 : 66/69 Leistungsfaktor - Verbesserung in Industrieanlagen. — Die Blindstrombelastung in Industrieanlagen rührt in der Hauptsache von den Magnetisierungsleistungen der Induktionsmotoren her. Es empfiehlt sich deshalb, nur vollbelastete Motoren mit höchstmöglicher Umdrehungszahl, gegebenenfalls Getriebemotoren, für größere Antriebe auch Synchronmotoren zu verwenden und leerlaufende Umspanner stets sofort vom Netz abzutrennen. Außerdem sollten die Motoren grundsätzlich mit nicht höherer Spannung als ihrer Nennspannung betrieben werden. Nachteile¹⁾ eines zu niedrigen Leistungsfaktors sind erhöhte Stromwärmeverluste, zusätzliche Spannungsabfälle und vor allem die Verteuerung aller auf Strom zu bemessenden Anlageeile (Generatoren, Umspanner, Kabel usw.). Zu seiner Verbesserung kommen außer Synchronmotoren vor allem statische Kondensatoren²⁾ in Betracht; sie arbeiten beinahe verlustlos (Verluste 3,33 W/kVA) ohne jede Wartung³⁾ und können ohne besonderes Schaltzeug unmittelbar bei den zu kompensierenden Motoren aufgestellt werden.

230 V-Kondensatoren kosten rund doppelt so viel wie 460 V-Kondensatoren gleicher Leistung. In 230 V-Netzen sollte dem direkt angeschlossenen Kondensator gegenüber dem 460 V-Kondensator mit Spartransformator trotz etwas höherer Anlagekosten i. a. der Vorzug gegeben werden. Der Spartransformator muß für 135% der Kondensatoren-Nennleistung bemessen werden, weil die Kondensatoren dauernd 35% Überlast aushalten und mit dieser Überlastung infolge Spannungserhöhung (15%) und auch durch Oberwellenströme gerechnet werden muß. Einzelschmelzsicherungen mit Borsäurefüllung und Schanzeichen dienen dem Fehlerstromschutz, besondere Entladewiderstände der Entladung der Kondensatoren nach Abtrennung vom Netz. Staubdicht gekapselte Kondensatoren von 0,5 bis 15 kVA für 230, 460 und 575 V werden für Einzelkompensation, kleinere Batterien bis zu 60 kVA bei 230 V, 120 kVA bei 460 oder 575 V und 180 kVA bei 2300 V für Gruppenkompensation, größere Batterien bis zu 630 kVA bei 230 V und 1260 kVA bei 460 V für zentrale Kompensation verwendet, letztere mit Schaltern an Stelle von Sicherungen. Für beschränkte Platzverhältnisse findet der Freiluft-Mastkondensator mit Leistungen von 5, 10 und 15 kVA für Spannungen von 460 V und darüber Anwendung. [C. T. Pearce, Electr. J. 35 (1938) S. 89; 5 1/2 S., 6 Abb.] H. Schz.

621. 398. 004. 5 : 621. 316. 26 : 621. 33 Überwachung von Unterstationen für Bahnbetrieb. — Die Fernwirkanlagen für die Steuerung und Überwachung unbendeter Unterstationen nach dem in England gebräuchlichen Constant Total Code System (C.T.S.-System) werden an Hand neuerer Anwendungsbeispiele bei den elektrisch angetriebenen Vorortbahnen und bei der U-Bahn London beschrieben und ein dort verwendetes neues Fernmeßverfahren geschildert. Der Einsatz der Fernwirkanlage ist der allgemein übliche. Von besonderem Interesse ist dabei die Verwendung neuester Mittel der Fernmeldetechnik. Die einzelnen Betriebsstellen liegen parallel an einer Fernsprechleitung und sind induktiv über Umspanner an die Leitung angeschlossen. Ein andauernder Summertone, dessen Unterbrechung ein Störungssignal auslöst und eine Reservefernsprechleitung anschaltet, dient zur Überwachung der Leitung auf ihre Betriebsfähigkeit. Jede Betriebsstelle besitzt ein kleines Wähleramt und kann sowohl Zeichen senden als auch empfangen. Besondere Speicher speichern eigene Zeichen, wenn die Leitung belegt ist. Jedes Zeichen wird von allen Betriebsstellen empfangen und besteht aus einer mehrstelligen Rufnummer. Alle Rufnummern haben die gleiche Stellenzahl und die gleiche Quersumme. Rufnummern mit falscher Stellenzahl oder mit falscher Quersumme sind wirkungslos. Auf diese Weise wird eine sehr große Sicherheit gegen Fehlschaltungen erreicht, wenn auch theoretisch noch verstümmelte Rufnummern, die die richtige Stellenzahl und Quersumme auf-

weisen, auftreten können, z. B. 6421 statt 6412. Diese Wahrscheinlichkeit wird aber als vernachlässigbar gering angenommen, da die Zeichengabe selbst nicht von Hand durch Nummerschalter, sondern nach Art der Feuermelder mit Rufzeichenrädern gegeben wird. Bei Schaltbefehlen erfolgt außerdem zunächst ein Vorbefehl, der zurückgemeldet wird.

Die einzelnen Impulse werden mit Gleichstrom gegeben, nach Art der Impulstelegraphie induktiv auf die Leitung übertragen und induktiv mit polarisierten Relais empfangen. Es kann aber auch irgendein anderes für Telegraphie brauchbares Übertragungssystem verwendet werden. Bei vierstelligen Rufnummern und bei der Quersumme 13 können z. B. 186 verschiedene Signale übertragen werden.

Bei Übertragung von Meßwerten wird die Instrumentenskala etwa in 50 voneinander isolierte Abschnitte geteilt, von denen je eine Verbindung zu einem eigenen Rufzeichenrad führt. Wird das Meßinstrument aufgerufen, so wird der Zeiger an die Skala gedrückt und schließt dadurch einen Stromkreis zur Betätigung des der jeweiligen Zeigerstellung entsprechenden Rufzeichenrades, das abläuft und die nun in einer Rufnummer verschlüsselte Zeigerstellung weitermeldet.

Für die Dauerfernmessung wird neben dem C.T.S.-System an der Sendestelle ein Schwebungssummen verwendet, dessen Frequenz mit Hilfe eines mit der Achse des Meßinstruments gekuppelten Drehkondensators verändert wird. Die Sendespannung wird konstant gehalten. Die Frequenz schwankt bei Nullstellung und bei Vollausschlag des Meßinstruments zwischen 50 und 80 Hz. Auf der Empfangsseite liegt ein Tiefpaßfilter, dessen Dämpfungsanstieg zu einem wesentlichen Teil in diesem Frequenzbereich liegt. Die Wechselspannung hinter dem Filter ist hiermit abhängig von der frequenzabhängigen Dämpfung des Filters und somit weiterhin von der Stellung des Drehkondensators beim Schwebungssummen. Sie wird in üblicher Weise verstärkt, gleichgerichtet und mit einem Drehspulinstrument gemessen. [C. G. White, Elektr. Nachr.-Wes. 16 (1937) S. 56; 8 S., 10 Abb.] Kgl.

Elektrische Maschinen.

621. 313. 322. 018. 6 Ein neues Verfahren zur Verhütung der selbsterregten Schwingungen bei Synchronmaschinen. — Zur Verhütung dieser bekannten Erscheinung¹⁾ schlägt der Verfasser vor, einen am gleichen Netz liegenden gittergesteuerten Gleichrichter eine zusätzliche Erregung auf die Maschine ausüben zu lassen. Die Gitter werden hierbei von einem mit der Synchronmaschine gekuppelten Schaltsteuergerät beeinflusst, das die Pendelungen des Läufers mitmacht und entsprechende Änderungen des Gleichrichterstroms verursacht, die alsdann auf die Erregung der Synchronmaschine zusätzlich einwirken. Abb. 1 zeigt eine der angege-

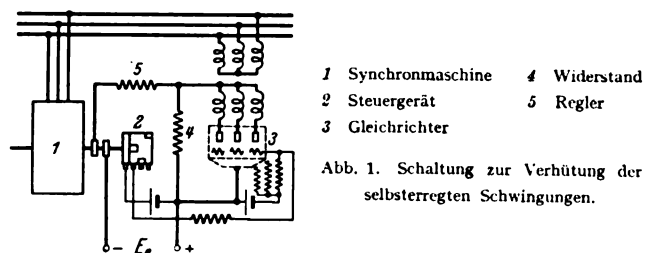


Abb. 1. Schaltung zur Verhütung der selbsterregten Schwingungen.

benen Schaltungen. 1 bedeutet die Synchronmaschine, 2 das Steuergerät, 3 den gittergesteuerten Gleichrichter, der an dem Parallelwiderstand 4 eine von den Winkelabweichungen des Polrads abhängige Spannung abbildet. Diese wirkt zusammen mit der Erregerspannung E_e über einen Regler 5 auf die Erregerwicklung. Die mitgeteilten Versuchsergebnisse an zwei kleinen Maschinen (10 u. 6 kW) lassen die Beseitigung der Pendelschwingungen schon erkennen. Hierzu ist zu bemerken, daß die neuerdings aufgetretenen Verfahren zur selbsttätigen lastabhängigen Erregung von Synchronmaschinen (Generatoren als auch Motoren)²⁾ der Entstehung solcher Pendelschwingungen weitgehend entgegenwirken. Die Schwingungen entstehen vor-

¹⁾ AEG-Mitt. (1936) S. 146; Electr. Wld., N. Y. 107 (1937) S. 878.
²⁾ Vgl. Bauer, Der Kondensator i. d. Starkstromtechnik, Berlin 1934, Verlag J. Springer; ETZ 51 (1930) S. 1227; 57 (1936) S. 207; 58 (1937) S. 709; Elektrotechn. u. Masch.-Bau 50 (1932) S. 166; Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 22 (1931) S. 509; 25 (1934) S. 10; 27 (1936) S. 653; Electr. Wld., N. Y. 103 (1934) S. 375; 106 (1936) S. 3899; 108 (1937) S. 38; Gen. electr. Rev. 39 (1936) S. 466; Electricien 68 (1937) S. 9; Electr. J. 34 (1937) S. 195; Min. electr. Engr. 17 (1937) S. 307; Elektrotechn. T. 50 (1937) S. 25.
³⁾ Siehe auch S. 599 dieses Heftes.

¹⁾ Z. B. v. Timascheff, Eine Erklärung der Schwingungsanfängung bei Synchronmaschinen, Siemens-Z. 15 (1935) S. 269.

²⁾ Z. B. Harz, Schnell- und Stoßerregung von Synchronmaschinen über Gleichrichter in Stromtransformatorschaltung, ETZ 56 (1935) S. 833.

zugweise bei starker Erregung und kleiner Last, ein Fall, wie er bei Synchronmotoren häufiger vorkommt, deren Erregung für Vollast eingestellt ist. Steigt die Erregung selbsttätig mit der Last, so entfällt die genannte Ursache. [Kusakari, *Elektrotechn. J.*, Tokio 2 (1938) S. 3; 3½ S., 8 Abb.] H. Hz.

621. 313. 044. 6 Pole für stabile Kennlinie. — Für die Abmessungen des Doppel-T-förmigen Luftspaltes, der im Polkern schmale Eisenstege bildet¹⁾, so daß durch die Sättigung dieser Stege eine deutliche Krümmung der Leerlaufkennlinie schon in ihrem unteren Teile bewirkt wird, empfiehlt der Verfasser folgende Werte: Breite der Eisenstege etwa 0,1 Polkernbreite, Höhe der Eisenstege rd. 2,5 Eisenstegbreite, Stärke des Luftspaltes quer durch den Polkern $\delta_s \approx 5$ mm, Stärke der Längsbalken des Luftspaltes rd. 0,65 bis 0,75 Eisenstegbreite. — Die Leerlaufkennlinie wird folgendermaßen ermittelt: Annahme mehrerer Werte der Induktion B_s in den Eisenstegen, Ermittlung der dazugehörigen AW_s und Berechnung des Induktionsflusses Φ_s durch die Eisenstege; Berechnung der Induktion im Polkernluftspalt $B_l = \frac{AW_s}{0,8 \cdot \delta_s}$, des Flusses durch den Luftspalt Φ_l und des Gesamtflusses durch Eisenstege und Luftspalt $\Phi_0 = \Phi_s + \Phi_l$; die EMK der Maschine ergibt sich aus $E = \frac{Z}{a} \cdot \frac{\Phi_0}{\sigma} \cdot \frac{n p}{60} \cdot 10^{-8}$ V, wenn Z die Ankerleiterzahl, a und p die Paarzahlen der parallelen Ankerzweige und der Pole, $\sigma \approx 1,1 \dots 1,2$ einen Streukoeffizienten und n die Ankerumlaufzahl je Minute bedeuten; Aufzeichnung der Leerlaufkennlinie ohne Rücksicht auf den Luftspalt im Polkern und die Eisenstege; schließlich gibt die Abtragung der zu jedem E gehörigen AW_s von den Punkten der soeben gezeichneten Leerlaufkennlinie in Richtung der AW -Achse die stabile Kennlinie. [Gino Rebora, *Elettrotecnica* 24 (1937) S. 709; 1 S., 3 Abb.] Sqz.

621. 313. 32+. 33. 015. 1. 001. 4 Experimentelle Ermittlung der Spannungsstabilität bei Synchron- und Asynchronmaschinen ungefähr gleicher Größe. — Beim Zusammenarbeiten einer Synchron- und Asynchronmaschine von ungefähr gleicher Größe ist die letztere nicht bis zu ihrem normalen Kippmoment belastbar. Die Höhe der tatsächlichen Belastbarkeit hängt im wesentlichen von den Blindwiderständen der beiden verwendeten Maschinen ab. Die Belastbarkeit beim Zusammenarbeiten kann rechnerisch ermittelt werden²⁾. An Hand einer experimentellen Untersuchung zeigt W. Härter, daß die rechnerische Behandlung die Belastbarkeit der Asynchronmaschine mit für die Praxis hinreichender Genauigkeit ergibt. Hat man es mit kleinen Maschinen zu tun, bei welchen die Kupferverluste nicht mehr vernachlässigt werden können, so müssen diese durch Einführen eines Korrekturfaktors in der Rechnung noch mitberücksichtigt werden. Abb. 2

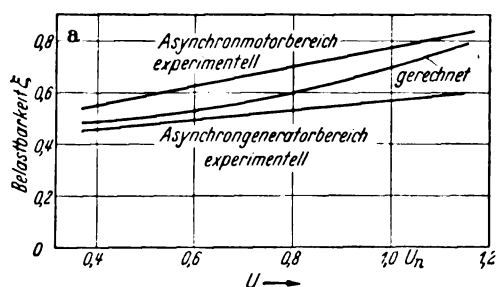


Abb. 2. Belastbarkeit einer 5,5 kW-Asynchronmaschine in Abhängigkeit von der Spannung beim Zusammenarbeiten mit einer 5 kVA-Synchronmaschine.

zeigt die Belastbarkeit einer Asynchronmaschine von 5,5 kW in Abhängigkeit von der Spannung beim Zusammenarbeiten mit einer Volltrommel-Synchronmaschine von 5 kVA. [W. Härter, *Arch. Elektrotechn.* 32 (1938) H. 5, S. 340; 3 S., 4 Abb.]

621. 313. 3. 025. 3 : 621. 3. 062 Die verschiedenen Schaltungen der allgemeinen Drehstrommaschine. — Unter der allgemeinen Drehstrommaschine verstehen wir die symmetrische, d. h. im Ständer und Läufer mehrphasig ausgeführte Maschine, die beiderseitig mit beliebigen Frequenzen betrieben

werden kann. Zumeist wird der Ständer eine Frequenz gleich oder in der Nähe der Normalfrequenz führen und an ein Netz angeschlossen sein, das je nach Zahl und Größe parallellaufender Maschinen sehr steif oder auch weicher sein kann. Die Läuferfrequenz dagegen wird in der Regel erheblich kleiner sein und sich in der Größenordnung von Prozenten der Nennfrequenz bewegen. Sie wird meist einem Kommutatorfrequenzwandler entnommen. Die Schaltung dieses Frequenzwandlers beeinflusst ganz wesentlich die Abhängigkeiten der Läuferfrequenz und damit wieder das Verhalten der Vordermaschine.

Wie bereits Leonhard gezeigt hat¹⁾, läßt sich der Strom der Maschine in zwei Komponenten zerlegen, deren erste im wesentlichen vom Schlupf abhängt und durch den Ossanna-Kreis gegeben ist. Entsprechend können auch zwei Anteile der Leistung dargestellt werden, deren erste ebenfalls aus dem Ossanna-Kreis zu entnehmen ist, während die zweite im wesentlichen von einem „Lastwinkel“ abhängt, dessen Sinus sie proportional ist. Daher können die Leistungsanteile als „asynchrone“ und „synchrone“ Leistung bezeichnet werden.

Durch die Anwendung des Prinzips der Aufhebung der Schlupfspannung (Seiz) werden die Ströme und Leistungen unabhängig vom Schlupf. Die Eliminierung dieses störenden Faktors erleichtert nicht nur den Einblick in die Zusammenhänge und die Unterschiede zwischen den einzelnen Abarten der allgemeinen Drehstrommaschine, sondern sie führt auch Ströme, Leistungen und Stabilitätsbedingungen bei beliebiger Läuferfrequenz auf die Werte bei Synchronismus zurück.

Danach können wir folgende Gruppen der allgemeinen Drehstrommaschine unterscheiden:

1. Die Synchrongruppe. Hier ist der den Läufer speisende Frequenzwandler aus einer unabhängigen Spannungsquelle konstanter Frequenz erregt und mit konstanter Drehzahl angetrieben. Dadurch wird erreicht, daß die Läuferfrequenz beliebig einstellbar ist, aber unabhängig von Ständerfrequenz und Belastung bleibt. Als Sonderfälle dieser Gruppe erscheinen die normale Synchronmaschine mit der konstanten Läuferfrequenz 0 und die Doppelfeldmaschine mit der konstanten Läuferfrequenz 50 Hz.

2. Die Maschine mit netz- und belastungsunabhängiger Drehzahl [von Leonhard¹⁾ angegeben]. Hier wird der Frequenzwandler zwar noch unabhängig angetrieben, aber aus dem Netz der Vordermaschine erregt. Dadurch ist die Läuferfrequenz so von der Netzfrequenz abhängig geworden, daß die Drehzahl der Vordermaschine durch den Antrieb des Frequenzwandlers vorgeschrieben wird, und zwar unabhängig von Ständerfrequenz und Belastung.

3. Die fremdsynchrone Maschine [von E. Tüxen²⁾ angegeben]. Hier wird umgekehrt der Frequenzwandler von der Vordermaschine angetrieben, aber unabhängig erregt. Auch hier ist die Läuferfrequenz abhängig geworden, und zwar von der Drehzahl der Vordermaschine, in der Weise, daß die Frequenz der Vordermaschine durch die Frequenz der Erregung des Frequenzwandlers vorgeschrieben wird, unabhängig von Drehzahl und Belastung.

4. Die Asynchrongruppe. Erst die elektrische und die mechanische Kupplung des Frequenzwandlers an die Vordermaschine ergibt die normale läufererregte Asynchronmaschine, bei der Drehzahl und Frequenz beliebig geworden sind, eine Eigenschaft, die sich auch hier am deutlichsten bei Aufhebung der Schlupfspannung zeigt, wobei wir die Maschine für konstante (von Drehzahl und Frequenz unabhängige) Leistung³⁾ erhalten. Als anderer Sonderfall dieser Gruppe für äußere Läuferspannung Null erscheint die normale Asynchronmaschine mit kurzgeschlossenem Läuferkreis. [E. Tüxen, *Arch. Elektrotechn.* 32 (1938) H. 5, S. 329; 10½ S., 7 Abb.]

621. 314. 21. 015. 33. 004. 5 Der Schutz der Umspanner vor Überspannungen. — Im Kabelnetz des Moskauer Gebietes wurden mehrmals Schäden an den Hochspannungswickelungen der Umspanner beobachtet, die niederspannungsseitig mit Freileitungen in Verbindung stehen und hochspannungsseitig durch Kabel gespeist werden. Da solche Schäden gewöhnlich nach atmosphärischen Entladungen auftreten, konnte angenommen werden, daß dieselben durch den Wellenübergang von der Niederspannungswickelung auf die Hochspannungswickelung verursacht werden. Die im Laboratorium des Moskauer Umspanner-Werkes mit Versuchstransformatoren (50 kVA, 6000/600/220 V) durchgeführten Untersuchungen haben bestätigt, daß der Wellenübergang auf dem Wege der elektromagnetischen Induktion erfolgt, wobei in beiden Wick-

¹⁾ R. Richter, *Elektrische Maschinen*, 1 Bd., S. 491, Abb. 400, Berlin 1924, J. Springer.

²⁾ A. Leonhard, *Arch. Elektrotechn.* 31 (1937) S. 24.

¹⁾ A. Leonhard, *Arch. Elektrotechn.* 30 (1936) S. 483.

²⁾ E. Tüxen, *Arch. Elektrotechn.* 31 (1937) S. 457.

³⁾ W. Seiz, *Arch. Elektrotechn.* 20 (1928) S. 228.

lungen Schwingungen entstehen, deren Frequenz der Eigenschwingung der Hochspannungswickelung entspricht. Es wurde auch festgestellt, daß Umspanner, deren Wicklungen in Stern geschaltet sind und deren Nullpunkt niederspannungsseitig über eine Durchschlagsicherung an Erde gelegt ist, am häufigsten beschädigt werden. Wird dagegen die Hochspannungswickelung des Umspanners in Dreieck geschaltet, oder statt des Nullpunktes eine der Phasen der Niederspannungsfreileitung in der Nähe des Umspanners über eine Durchschlagsicherung an Erde gelegt, so treten Beschädigungen seltener auf. — Die Überschlüsse im Hochspannungsteil der Transformatoren sind unter den in dem Aufsatz angegebenen Umständen nur dann erklärlich, wenn die Niederspannungsseite für Hochspannung isoliert ist. Nähere Angaben sind in der Quelle hierüber nicht enthalten. [Nowosti techniki (1937) H. 33, S. 25; 2 S., 3 Abb.] T. S.

621. 313. 322 — 82 Die Drehstromgeneratoren für das Etzelwerk. — Die Etzelwerk A.-G. in Altendorf, Schweiz, ist vorläufig ausgebaut mit 6 vertikalachsigen Maschinengruppen von je 20000 PS. Je 3 Einheiten sind bestimmt für Einphasenstrom 162 $\frac{2}{3}$ Hz und 3 für Drehstrom von 50 Hz. Die Drehstromgeneratoren werden beschrieben. Leistung 18000 kVA $\cos \varphi = 0,7$, 10 kV, 500 U/min, 50 Hz. Die Generatoren sind bis auf die Erregermaschine versenkt angeordnet. Die in offenen Nuten verlegte Ständerwicklung ist als 2-Schichtenwicklung mit 2 verschränkten Leitern je Nut ausgeführt. Die hohlgebohrte Welle hat einen 4-armig ausgebildeten Stern, auf den 5 Ringe aus Siemens-Martin-Stahl warm aufgezogen sind. In diesen Läuferkörper greifen mittels 3 Rechteckklauen die aus Stahlblech zusammengesetzten Polkörper. Diejenige Maschine, die später als Synchronmotor zum Antrieb einer Speicherpumpe benutzt werden soll, hat eine Dämpferwicklung in den Polen. Die aus Hochkantkupfer gewickelten Läuferwindungen sind als Doppelspulen ausgebildet. Jeder Pol kann axial ausgebaut werden, ohne den Läufer aus dem Ständer herauszuziehen. Die Durchgangsdrehzahl beträgt 900 U/min. Das Traglager ist für eine Belastung von 90 t vorgesehen. Über der Erregermaschine befindet sich ein fremderregter Pendelgenerator zum Antrieb des Pendelmotors für die Regelung der Turbine. Es wird noch darauf hingewiesen, daß die Zusatzverluste bei Last möglichst klein gehalten sind. Die angeführten Wirkungsgrade für Teillasten liegen in den üblichen Bereichen. Die aufgestellten Hausgeneratoren haben 300 kVA, 380 V und 1000 U/min. [H. Schultheß, Bull. Oerlikon (1937) Nr. 197/98, S. 1035; 4 S., 5 Abb.] K/.

Geräte und Stromrichter.

621. 355 Die Akkumulatoren nach den letzten Patenten. — Der bekannte französische Akkumulatorenfachmann L. Jumau beschreibt die in Frankreich seit dem Jahre 1935 nachgesuchten Patente auf dem Gebiet der Akkumulatorentechnik¹⁾.

Unter Gießeinrichtungen wird eine solche durch Druckluft betätigte beschrieben. Eine Reihe Patente behandeln die wirksame Masse. J. D. Doyle schlägt das Tränken der Masse mit Natriumhyposulfit zwecks Lösung des Sulfates vor. Auch gasbildende Mittel zum Auflockern der Masse werden angegeben, z. B. durch Oxalsäure oder Karbonate. Zur Sulfatationsverhinderung soll positiven und negativen Platten Kohle zugesetzt werden. Zur Verfestigung der Masse setzt eine Firma kurze dünne Glasfäden bei. Die Verwendung von Blei-Natrium-Legierung zum Füllen der Plattengitter wird wieder mit Hilfe einer besonders konstruierten Gießvorrichtung vorgeschlagen. Zwei Firmen schlagen Verbesserungen an Maschinen zum Einbringen der wirksamen Masse in die Platten vor. Mikroporöser Gummi findet in mehreren Patentbeschreibungen Berücksichtigung, einmal als Röhrenbehälter für die wirksame Masse in Panzerplatten, weiterhin für die Herstellung von Scheidern und von Scheidertaschen, in denen die Platten sich befinden. Eine Reihe weiterer Vorschläge betreffen die Verwendung von Glaswolle, teilweise in Kombination mit porösem Gummi, ferner die Verwendung von Polyvinylchlorid für die Scheidherstellung. Andere Vorschläge bereichern das Gebiet der Verschlüsse von Elementen, durch welche ein Verspritzen von Säure verhindert werden soll. Hierunter sind Konstruktionen, besonders für Batterien in Flugzeugen, zu finden, wie sie auch in Deutschland angewendet werden. Für die Verbindung von Kabeln mit den Batterieklemmen werden ebenfalls Vorschläge gemacht, die sich in Deutschland jedoch nicht eingeführt haben.

¹⁾ ETZ 56 (1935) S. 1361.

Ferner ist eine Anzahl Vorrichtungen zum gleichzeitigen Füllen mehrerer Zellen mit Schwefelsäure zu finden, auch solche, die selbsttätig destilliertes Wasser in die Batterien nachfüllen. Die Vorschläge, die über Zusammenbau von Batterien gemacht werden, sind ohne besonderes Interesse. Bei alkalischen Akkumulatoren sind einige Vorschläge zu finden, betreffend die Befestigung von Taschen mit der aktiven Masse im Gitterrahmen, sowie ein Patent, der den Positiven eine bikonvexe Form gibt, um der Ausdehnung der Masse nachzugeben. Auch die immer wieder auftauchenden Vorschläge bezüglich Verbesserung der Halogen-Akkumulatoren fehlen nicht. Solche Akkumulatoren mit löslichen negativen Elektroden haben bisher keinen Erfolg gehabt. Allein etwa zehn Vorschläge befassen sich damit. Ferner wird ein Patent beschrieben, das die Gasabsorption während der Ruhe und während der Entladung des Akkumulators behandelt, besonders bei alkalischen Akkumulatoren. Schließlich werden noch einige Patente auf dem Gebiet der Ladeschaltungen erwähnt. Z. B. ausgehend von der Tatsache, daß die Ladespannung bei verschiedenen Temperaturen verschiedene Höhe annimmt, sucht man hier einen Ausgleich zu finden durch Verwendung von Bimetallstreifen. [L. Jumau, Rev. gén. Electr. 42 (1937) S. 785 u. 819; 22 S., 46 Abb.] Cl.

621. 314. 671. 027. 3 Ein tragbarer 5 kV-Gleichstromerzeuger. — Der Verfasser beschreibt ein tragbares Hochspannungsgesetz, das für die Speisung einer Hochspannungsmessbrücke zur Fehlerortsbestimmung an Kabeln entwickelt wurde. Das Gerät besteht aus einem Spartransformator für 250 VA mit verschiedenen Anzapfungen zur Umspannung der jeweils verfügbaren Wechselspannung auf 220 V. Dieser Transformator speist einmal über ein Potentiometer die Unterspannungsseite des Haupttransformators, der von 220 V auf 2 × 3500 V übersetzt, sowie über einen regelbaren Vorwiderstand den Heiztransformator für die Glühkathoden der beiden Gleichrichterröhren. Der Gleichstrom von maximal 100 mA bei 5 kV Gleichspannung wird durch Gleichrichtung beider Halbwellen des Wechselstroms in Doppelwegschaltung erzeugt. Ein Oszillogramm zeigt die geringere Welligkeit des so erzeugten Stromes gegenüber dem Fall der Einweggleichrichtung.

Durch einen Umschalter auf der Hochspannungsseite des Haupttransformators ist es möglich, das Gerät auch als Wechselspannungsquelle für 3,5 bzw. 7 kV zu benutzen. Die drei Transformatoren sind zusammen mit den Gleichrichterröhren und sämtlichen Hilfs- und Meßgeräten in einen mit Blech abgedeckten eisernen Rahmen eingebaut, der oben die Schalttafel trägt. Für den Transport wird diese durch einen Deckel verschlossen und der Kasten in einen Tragrahmen gesetzt. Das Gerät wiegt 67 kg. [E. Foretay, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 29 (1938) S. 76; 2 $\frac{1}{2}$ S., 6 Abb.] E/S.

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 18 Neue Möglichkeiten für elektrische Meßgeräte. — K. Fischer erörtert die Frage, inwieweit Empfindlichkeit und Genauigkeit der elektrischen Meßinstrumente dadurch zu erhöhen seien, daß neue verbesserte Werkstoffe verwendet werden. Für die Drehspul-Zeigerinstrumente läßt sich mit Aluminium-Nickel-Kobaltstählen unter Beibehaltung der üblichen Abmessungen die fünffache Magnetleistung erzielen, so daß man z. B. bei Temperaturmeßgeräten von der Bandaufhängung zur robusteren Spitzenlagerung übergehen kann. Für die höchst empfindlichen Meßwerke mit faden-aufgehängter Drehspule sind allerdings besondere Überlegungen nötig, wenn man diese neuen Magnetstähle nutzbringend verwenden will. Dagegen lassen sie sich ohne weiteres bei den Drehmagnet(Nadel)galvanometern verwenden. Z. B. würde „Koerzit 700“ mit seiner 10fachen Koerzitivkraft eine fünffache Steigerung der Gütezahl gegenüber einer bekannten Panzergalvanometer-Ausführung zur Folge haben. Für die Panzerung derartiger Instrumente eignen sich Eisenlegierungen wie Permalloy mit ihrer sehr kleinen Koerzitivkraft (30mal kleiner als bei Weicheisen) und 20fachen Permeabilität ausgezeichnet, ebenso wie sie in den Dreheiseninstrumenten Verwendung finden können. Solche Dreheisen behalten bis zu hohen Frequenzen ihre Empfindlichkeit bei und sind dabei verlustfrei. Da man heute Anfangspermeabilitäten bis zu 40 000 erzielen kann, so ist die Empfindlichkeit noch wesentlich zu steigern. Die Isolierung der Wicklungen und ihre Halterung ist durch Ringspulenkörper aus verlustfreier keramischer Masse möglich. Man kann einen solchen Ring auch mit Eisen, z. B. Permalloy in Pulver- oder Blechform, füllen und dadurch die Empfindlichkeit der elektrodynamischen Meßinstrumente um

einige Größenordnungen steigern. Ebenso lassen sich mit den neuen keramischen Baustoffen, wie Condensa, die elektrostatischen Instrumente ganz wesentlich verbessern, da ihre Dielektrizitätskonstante 80 gegenüber 8 bei Glimmer ist. Man kann damit für die Vor- und Parallelkondensatoren große verlustfreie Kapazitäten in kleinem Raum herstellen. Man kann aber auch die Kräfte im Innern der Instrumente durch Anwendung dieser Werkstoffe erheblich vergrößern und damit insbesondere die Anfangsempfindlichkeit steigern, so daß die Gleichmäßigkeit der Skalenteilung bis zum Nullpunkt herabreicht.

Solche Verbesserungen werden noch wesentlich gesteigert, wenn man den masselosen Lichtzeiger mit seiner erheblichen Länge anwendet. Er ist ein Mittelding zwischen dem gewöhnlichen Zeiger- und dem Spiegelinstrument, und hat vor letzterem den Vorzug, eine fest eingebaute, also eichfähige und leicht austauschbare Skala zu besitzen. Geht man dann noch zur Ablesung mit Lupe über, so läßt sich die Teilung z. B. bei 3- bis 8-facher Vergrößerung auf 0,3 bzw. 0,2 mm Strichabstand verfeinern, so daß eine 70 mm lange Skala dieselbe Genauigkeit ergibt wie eine von 200 mm Länge und 1 mm Strichabstand mit gewöhnlicher Ablesung. Dabei geht die Drehung des beweglichen Teiles nur über wenige Grade, so daß die beweglichen Teile dicht mit den ablenkenden zusammengebaut werden können. Die Herstellung solcher Teilungen bietet heute keinerlei Schwierigkeit.

Da der Verfasser seine Vorschläge durch Versuchsergebnisse und Berechnungen stützt, so sind sie sehr beachtenswert und können leicht auch auf die Geräte erweitert werden, die er in diesem Aufsatz nicht bespricht. [K. Fischer, Z. Instrumentenkde. 58 (1938) S. 12; 14 S., 7 Abb.] *Hrn.*

621. 317. 7. 082. 62 : 532. 57 + 533. 17 Eine thermoelektrische Sonde zur Messung der Geschwindigkeiten von Gasen und Flüssigkeiten. — A. Sellerio geht von einer Arbeit von W. H. Hukill aus¹⁾, in der eine Anordnung zur Messung von Strömungsgeschwindigkeiten beschrieben wird, bestehend aus einer elektrisch geheizten Drahtspirale, in deren Nähe ein Thermoelement Kupfer-Konstantan zwecks Temperaturmessung angebracht ist. Hiermit ließen sich Luftströmungen von 0,5 cm/s Geschwindigkeit an nachweisen. Die Meßsonde des Verfassers unterscheidet sich von der genannten dadurch, daß ein Thermoelement Kupfer-Wismut unmittelbar auf den kreisförmig ausgebildeten Heizdraht aufgelötet wird. Hiermit wurde neben anderen Vorteilen eine größere Empfindlichkeit (0,1 mm/s) erreicht. Der Verfasser behandelt mathematisch die Wirkungsweise einer solchen Messung einmal für konstante und das andere Mal für schwankende Eigentemperaturen der strömenden Medien und leitet daraus geeignete Meßweisen ab, für die er Beispiele gibt. [A. Sellerio, Elettrotecnica 25 (1938) S. 2; 2½ S., 5 Abb.] *Mrs.*

Lichttechnik.

621. 32 : 628. 9 Künstliches Tageslicht. — Die Schaffung eines Lichtes, das als künstliches Tageslicht bezeichnet werden kann, ist von zwei Voraussetzungen abhängig: 1. muß man feststellen, was man unter Tageslicht versteht, denn Tageslicht schwankt sehr stark in seiner spektralen Energieverteilung, und 2. muß man sich entscheiden, ob es sich nur darum handeln soll, eine Lichtquelle von der Farbe des Tageslichtes zu schaffen oder ob auch die von der Lichtquelle beleuchteten Gegenstände dieselbe Farbe haben sollen wie im Tageslicht. Im allgemeinen versteht man für die erste Voraussetzung unter Tageslicht ein Licht der Farbtemperatur von rd. 5000° K und verlangt zweitens, daß die beleuchteten Gegenstände denselben Farbeindruck liefern wie bei Tage.

Für farbmeßtechnische Zwecke hat man zwei verschiedene „Tageslichter“ festgesetzt: die sog. Normalbeleuchtung B (Glühlampe mit der Farbtemperatur 2848° K und vorgeschaltetem Davis-Gibson-Filter B) mit einer Farbtemperatur von 4800° K und die sog. Normalbeleuchtung C (Glühlampe wie vorstehend, mit Davis-Gibson-Filter C) mit einer Farbtemperatur von 6000° K. Die Normalbeleuchtung B entspricht etwa dem Sonnenlicht und die Normalbeleuchtung C dem Licht des bedeckten Nordhimmels. Diese nur mit besonderen Flüssigkeitsfiltern (Einzelheiten vgl. DIN 5033) herstellbaren Lichtquellen sind nicht allgemein anwendbar, die Bedürfnisse des Handels und der Industrie können mit solchen Laboratoriumsgeräten nicht befriedigt werden; hierfür sind schon seit vielen Jahren sog. Tageslichtlampen im Handel. Über die zur Zeit auf dem amerikanischen Markt befindlichen Ausführungsformen geben

Luckiesh, Taylor und Kerr eine interessante Übersicht, interessant insofern, als sie sich nicht auf die Angabe der mehr oder weniger guten Übereinstimmung der spektralen Energieverteilung mit der des schwarzen Körpers bestimmter Temperatur beschränken, sondern auch mitteilen, mit welchem Leistungsaufwand und mit welcher Lichtausbeute man bei solchen Tageslichtlampen rechnen kann. Außerdem werden Zahlen veröffentlicht über Versuche, durch Kombination von Glühlampe und Quecksilberdampflicht künstliches Tageslicht herzustellen. Die wichtigsten Daten sind in Zahlentafel I zusammengestellt.

Zahlentafel I.

Lichtquelle	Leistungs- aufnahme W	ungefährer Licht- strom lm	ungefähre Licht- ausbeute lm W	Farb- tempe- ratur ° K
Ivanhoe-Reflektor mit nor- maler 200 W-Glühlampe . .	200	2 700	13,5	2 825
desgl. mit Ivanhoe-Trutint- Mittags Sonnenlichtfilter . .	200	775	3,9	5 300
desgl. mit Corning-Tageslicht- filter Nr. 590, 5 mm stark .	200	430	2,2	5 900
desgl. mit Ivanhoe-Trutint- Nordhimmelslichtfilter . .	200	265	1,3	9 400
Hg-Niederdruck und 4 Stück 75 W-Glühlampen	670	8 060	12,0	rd. 6 200
Cooper-Hewitt-Hg-Nieder- drucklampe (1,20 m lang) u. 2 Stück 200 W-Glühlampen	850	10 000	11,8	rd. 5 300
Hg-H-400 W und 4 Stück 200 W-Glühlampen	1 200	19 200	16,0	rd. 4 200
Hg-H-250 W und 2 Stück 200 W-Glühlampen	650	9 300	14,3	rd. 4 300

[M. Luckiesh, A. H. Taylor u. G. P. Kerr, Gen. electr. Rev. 41 (1938) S. 89; 5 S., 6 Abb.] *A. Dr.*

Verkehrstechnik.

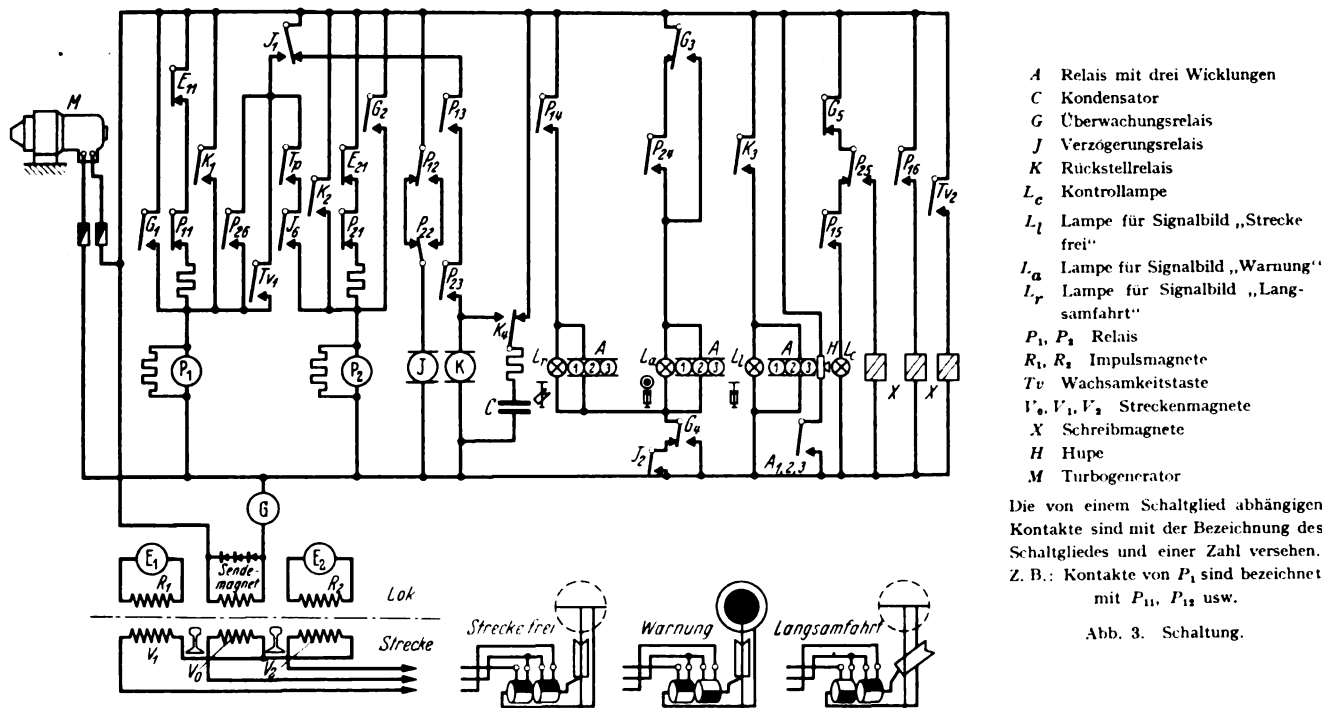
621. 398 : 656. 25 Führerstandsignale nach dem System „Parisienne Metrum“. — Nach der Schaltung Abb. 3 arbeiten seit Mitte 1936 Übertragungseinrichtungen des Systems Parisienne Metrum auf französischen Strecken. Die Schaltung enthält gleichzeitig die Anordnung der Magnete am Fahrzeug und auf der Strecke sowie die Steuerung der Streckenmagnete und die Bedeutung der Signalbilder. Die Übertragung erfolgt induktiv, ausgehend von einem am Rahmen des Fahrzeuges mittig angeordneten Gleichstrom-Elektromagneten (Sender). Dieser erzeugt eine Spannungswelle von einer bestimmten, von der Fahrgeschwindigkeit abhängigen Frequenz in dem in der Mitte zwischen den Schienen angeordneten Empfangsmagneten. Je nach Stellung des Signals (Strecke frei, Langsamfahrt oder Warnung) sind nun beide seitliche Streckenmagnete gleichzeitig oder einer von beiden mit dem Empfangsmagneten über die vom Signal mechanisch gesteuerten Stromschließer verbunden. Infolge der im Empfangsmagneten der Strecke erzeugten Spannung fließt ein Strom in dem einen oder in beiden über den Flügelstromschließer zugeschalteten seitlichen Streckenmagneten. In den seitlichen Magneten wird also ein Magnetfeld erzeugt. Dies bedeutet, daß in dem einen oder in beiden seitlich an der Lok (ebenfalls mit dem Rahmenteil verbunden) angeordneten Fahrzeug-Impulsmagneten eine weitere Induktion erfolgt. Hierdurch werden Anker von Impulsrelais aus der Grundstellung bewegt. Dem Fahrzeugmagneten R_1 ist das Impulsrelais E_1 und (Abb. 3) das Relais P_1 zugeordnet. Die Wirkungsweise der Einrichtung ergibt sich aus der Schaltung und der Zeichenklärung. Bei Einschalten der Einrichtung werden die Relais P_1 und P_2 über die Kontakte G_1 und G_2 des Überwachungsrelais G in die Grundstellung gebracht. In der Grundstellung brennt lediglich die Kontrolllampe L_c . Bei Beeinflussung des Magneten R_1 wird P_1 stromlos durch kurzzeitiges Öffnen von E_{11} . Durch Abfallen von P_1 öffnet gleichzeitig P_{11} . Die weiteren P_1 -Kontakte schließen bzw. öffnen ebenfalls. Ein Schreibstift vermerkt die Beeinflussung; die Kontrolllampe L_c erlischt; Verzögerungsrelais J wird stromlos; das Relais A und das Signalbild für Langsamfahrt (L_r) erhalten Strom über $P_{14}-J_2$. Die Hupe ertönt über Kontakt $A_1, 2, 3$. Die optischen und akustischen Zeichen bleiben so lange bestehen, bis mit Bedienen der Wachsamkeitstaste (T_v) Relais P_1 anzieht und sich selbst über P_{11} aufhängt. Die Kontakte P_1 steuern in die Betriebsstellung zurück. Die Einrichtung befindet sich wieder in der Grundstellung. Bei Beeinflussung von R_2 wird das Relais P_2 stromlos. Mit Ausnahme des anderen Signalbildes treten die gleichen Wirkungen wie bei Abfall des Relais P_1 ein. Die Rückstellung von P_2 erfolgt über T_p . Die wirksame Bedienung der Wachsamkeitstaste kann in beiden Fällen erst nach Schließen des

¹⁾ Refrig. Engng. (1934) S. 197.

Kontakte J_1 erfolgen und wird über Kontakt Tr_1 vermerkt. Eine vorzeitige Bedienung der Taste ist ohne Wirkung. Bei Signal „Strecke frei“ erhalten beide Magnete R_1 und R_2 eine Beeinflussung. Hier wird Relais J nicht stromlos. In Tätigkeit tritt das Rückstellrelais K , welches die Relais P_1 und P_2 über

digkeit von 115 km/h. Bei etwa 90 km/h tritt bereits die Abnahme der Amplitude ein.

Mit ähnlichen Einrichtungen sind in Deutschland bereits vor 1929 Versuche gemacht worden, bei denen zum Unterschied von der beschriebenen Ausführung der Fahrzeugmagnet zwei



die Kontakte K_1 und K_2 in die Betriebsstellung zurückführt. Kurzzeitig erlischt die Kontrolllampe; die Beeinflussungen werden von den zugeordneten Schreibstiften vermerkt; die Hupe ertönt ebenfalls kurzzeitig; ebenso leuchtet vorübergehend das entsprechende Signalbild auf. Sobald Relais K — vermittelt besonderer Schaltung — verzögert abfällt, geht die Einrichtung in die Grundstellung zurück. Nach einer Beeinflussung durch ein „Langsam-Fahrt“ zeigendes Signal wird, wenn der Führer die Wachsamkeitstaste nicht bedient hat und ein Warnung zeigendes Signal folgt, die Einrichtung automatisch so umgestellt, daß lediglich die Zeichen (akustischen und optischen) für die gefährlichere Signal-Anzeige (Warnung) auf dem Führerstand erscheinen.

Aus den Ausführungen ist ersichtlich, daß bei einer Beeinflussungsfolge: Langsamfahrt — Warnung die Anzeige für Warnung an die Stelle der Anzeige für Langsamfahrt tritt. Bedient der Führer die Wachsamkeitstaste auch dann noch nicht, so bringen weitere Beeinflussungen keine Änderung in der Anzeige. Die Beeinflussungen für die drei Fälle: Strecke frei, Langsamfahrt, Warnung, sowie die Wachsamkeitshandlung werden auf einem Schreibstreifen vermerkt, der durch Kontrollbedienstete geprüft wird. Aus diesen Streifen ist ersichtlich, ob der Führer rechtzeitig oder zu spät das überfahrene Signal bemerkt hat. Um die Einschaltung sicherzustellen, wird der Dampf für den Generator vom Dampfrührer für die Luftpumpe abgenommen. Die Fahrzeugeinrichtung erlaubt den Schutz von Baukolonnen und Langsamfahrtstellen mit Hilfe eines Dauermagneten, welcher besonders leicht an der Schiene anzuordnen ist. Hierdurch wird auf die fahrenden Züge die Warnungsanzeige mit den optischen und akustischen Zeichen übertragen.

Der Luftspalt zwischen den Elektromagneten der Strecke und denen der Lok ist mit 80 mm festgesetzt. Die für die ordnungsmäßige Inbetriebhaltung erforderliche Spannung am Turbogenerator wird mit 24 ± 3 V bei einer zugelassenen Dampfdruckschwankung zwischen 8 und 18 kg/cm² angegeben. Bei den Beeinflussungen „Warnung“ oder „Langsamfahrt“ soll das erforderliche Ansprechen der Einrichtung bereits bei ungefähr 3 km/h eintreten. Bei der Beeinflussung „Freie Strecke“ soll die Einrichtung bei 4 oder 5 km/h ansprechen. Im letzten Falle beträgt die Amplitude in den Lokempfängsmagneten mehr als 1 mA; demnach sind die Hauptrelais außerordentlich anspruchsfähig. Aus einer graphischen Darstellung im Urtext folgt, daß die Stromamplituden in den Empfangskreisen mit wachsender Fahrgeschwindigkeit anfangs steil, dann schwach zunehmend, anschließend gleichbleibend und dann fallend verlaufen. Bei größerem Luftspalt ergeben sich erwartungsgemäß kleinere Amplituden. Die Darstellung geht bis zu einer Höchstgeschwin-

Wicklungen — eine Erreger- und eine Impulswicklung — auf demselben Magnetkern trug¹⁾. [Génie civ. 112 (1938) S. 40; 3 1/2 S., 13 Abb.] Fhz.

621. 333 + .337 : 625. 62 Neuzzeitliche amerikanische Straßenbahn-Ausrüstungen. — Die Untersuchungen eines Sonderausschusses des amerikanischen Instituts der Elektrotechniker (AIEE) führten zu der Entwicklung von Standard-Ausrüstungen, die sich durch leichtes Gewicht und große Anfahrbeschleunigung und Bremsverzögerung auszeichnen. Es sind Schnellläufer-Motoren für Kardantrieb mit 56 kW Stundenleistung bei 300 V vorgesehen, die nur 320 kg wiegen. Die Motoren sind mit Rollenlagern ausgerüstet, bei denen auf richtige Lagerluft, gute Abdichtung und leichten Ausbau geachtet wurde. Durch richtige Führung der Kühlluft, geeignete Form der Nuten und Zahl der Nuten je Polbreite sind die Motorengeräusche weitgehend verringert. Für die Isolation werden hitzebeständige Werkstoffe verwendet wie Mikant und Asbest und neuerdings mit großem Erfolg Glasgewebe, das zu Bändern bis herunter zu 0,125 mm Dicke verarbeitet wird und gute Biegsamkeit, mechanische und elektrische Festigkeit besitzt. Durch einwandfreies dynamisches Auswuchten und Verbesserungen beim mechanischen Aufbau war es möglich, die Umfangsgeschwindigkeiten des Ankers auf 60 m/s und des Stromwenders auf 48 m/s zu steigern. Die Stromwender werden vor dem Einbau künstlich „gealtert“ durch wechselweises Erhitzen und Abkühlen. Die Kühlluft für die Motoren wird zur Vermeidung des Ansaugens von Staub durch Kanäle seitlich in Höhe des Wagenfußbodens entnommen. Zur Erzielung einer stoßfreien Anfahrt mit bis zu 2 m/s² Beschleunigung sind selbsttätige Fahrschaltungen mit Feinreglern entwickelt, bei denen entweder der Bürstenarm durch einen Luftdruckmotor bewegt wird oder die Kontakte durch eine innen von einem Hilfsmotor bewegte Druckrolle geschlossen werden. Die Bremsung wird durch einen Fußkontakt betätigt. Zuerst wird Kurzschlußbremsung mit etwa 1,3 m/s² Verzögerung eingeleitet. Gleichzeitig wird der Luftdruck der herrschenden Verzögerung entsprechend eingestellt, so daß ein stoßfreier Übergang auf Druckluftbremsung erfolgt, wenn bei verringerter Geschwindigkeit die Kurzschlußbremsung unwirksam wird und ein elektromagnetisches Ventil den Luftzutritt zu den Bremszylindern freigibt. Bei weiterem Durchtreten des Fußkontaktes werden Schienen-

¹⁾ Näheres hierüber ist im Sonderdruck 202 der Vereinigten Eisenbahn-Signalwerke „Entwicklung und derzeitiger Stand der selbsttätigen Zugbeeinflussung“ von Arndt und in den Aufsätzen „Entwicklung und Stand der Zugbeeinflussung bei der Deutschen Reichsbahn“ von Krauskopf in der Zeitschrift „Der Bahn-Ingenieur“, u. a. H. 28 (1936) S. 456 ff., enthalten.

bremsen eingeschaltet und Sand gestreut. Im Notfall kann so eine größere Bremsverzögerung erreicht werden. Auch für Oberleitungsomnibusse, von denen in den V. S. Amerika heute 1270 Stück in Betrieb sind, wurden Leichtgewichts-Ausrüstungen entwickelt. Die Motoren haben bei der einmotorigen Ausrüstung 126 kW Stundenleistung bei 600 V und wiegen 500 kg. Es sind 13 bis 15 Anfahrstufen mit bis zu drei Feldschwächungsstufen vorgesehen. Auch hier wurde meist selbsttätige Anfahr durch elektrisch verriegelte Schützensteuerung oder durch eine von einem Federwerk getriebene Nockenwelle mit einem elektromagnetisch gesteuerten Hemmwerk vorgesehen. Auch die Ausrüstungen von Gas- oder dieselektrischen Omnibussen wurden von dem Sonderausschuß vereinheitlicht. [S. B. Cooper, Electr. Engng., Trans. Sect. 57 (1938) S. 50; 7 S., 7 Abb.] *Du.*

621. 333 : 335. 4 Fahrmotoren für Schnelltriebwagen. — Die Fahrmotoren der neuen Oberleitungs-Schnelltriebwagen der französischen Staatsbahn zeichnen sich durch gute elektrische Eigenschaften bei verhältnismäßig niedrigem Gewicht aus. Sie leisten nach R.E.B. 156 kW bei 1500/2 V und 1255 U/min. Die Motoren sind mit Selbstlüftung versehen, der kleinste Erregergrad beträgt 50%, die höchste Betriebsdrehzahl 2170 U/min; sie sind für Widerstandsbremse geeignet. Die Wagen sind jedoch auch noch mit Luftbremse ausgerüstet. Das Gewicht beträgt ohne Vorgelege und Radkasten 1220 kg. Gewöhnliche Tatzlageranordnung ist angewendet mit gefedertem Großrad und Federung der Aufhängung durch Gummiringe. [Bull. Oerlikon (1937) H. 197/198, S. 1038; 4 S., 5 Abb.] *Tf.*

Bergbau und Hütte.

621. 365. 2 : 669. 14 Das Schmelzen von nichtrostendem Stahl mit 18% Chrom und 8% Nickel im Lichtbogenofen. — In den V. S. Amerika bedient man sich zum Schmelzen von nichtrostendem Stahl mit 18% Chrom und 8% Nickel u. a. des Lichtbogenofens für 10 t Inhalt, der Kohlenelektroden von 430 mm Dmr. hat, mit Spannungen von 110 und 140 V arbeitet und täglich 30 bis 40 t Stahl liefert¹⁾. Die Zusammensetzung eines solchen nichtrostenden Stahles ist z. B. 0,07 bis 0,12% Kohlenstoff, 0,30 bis 0,50% Silizium, 0,25 bis 0,40% Mangan, höchstens 0,02% Phosphor nebst Schwefel, 8 bis 10% Nickel und 18 bis 20% Chrom. Ein Einsatz von insgesamt 5580 kg setzt sich zusammen aus 2630 kg Kesselblechschrott, 1360 kg Federstahlschrott, 910 kg Schrott mit 18% Chrom und 8% Nickel, 680 kg Reinnickel. Die Einschmelzdauer dieses Einsatzes bei 140 V und 12 000 A beträgt 1 h 20 min; darauf werden 230 kg Erz (mit 50% Eisen) zugesetzt, die Oxydschlacke abgezogen und eine neue Reduktionsschlacke gebildet durch Zusatz von 160 kg Kalk, 65 kg Flußspat und 55 kg Ferrosilizium (50% ig); schließlich kommen noch 2100 kg Ferrochrom mit 0,10% Kohlenstoff und 70% Chrom und die Zugaben an Nickel, Mangan und Silizium zur Erreichung der gewünschten Zusammensetzung hinzu. Die Schmelze ist nach 5 h 20 min fertig und wird abgestochen, während die Schlacke zurückgehalten wird. Ein Zusatz von etwas Aluminium beim Abgießen soll die Oxydation des Stahles verhindern. [Steel 101 (1937) S. 54; 3 S.] *Kp.*

Landwirtschaft.

621. 311. 1 : 631 (42) Elektrisierung auf dem Lande. — Die Abhandlung gibt eine kurze Darstellung der Entwicklung für englische Verhältnisse, wie sie sich in den letzten Jahren ergeben hat. Die Untersuchung erstreckt sich auf die Ermittlung der günstigsten Belastungsverhältnisse und der Rentabilität der Stromlieferung, die je nach den Verbraucherkreisen erreichbar ist. Praktische Beispiele dienen als Beleg der Ausführungen. Hierbei werden besonders die Anschlußbedingungen für einzeln liegende Höfe geprüft. Im einzelnen wird den Fragen des Anschlusses der elektrischen Küchen, der Spitzenbelastungen, der Erdungseinrichtungen Aufmerksamkeit geschenkt, sowie der Verwendung von Münzzählern, des Doppelstarifes, des einphasigen Anschlusses sowie der Freileitungen. Die Abhandlung beschreibt ferner als Beispiel eingehend den Ausbau und die Betriebsergebnisse eines neu elektrisierten ausgedehnten ländlichen Bezirkes von 260 000 ha. Die gewonnenen Ergebnisse können deshalb als Unterlage für ähnliche Verhältnisse dienen als es sich hier um eine in sich geschlossene Neuanlage handelt, die bisher noch keine auch nur teilweise

öffentliche Stromversorgung besaß. Der Verfasser kommt zu dem Schluß, daß die Elektrisierung wirtschaftlich ausführbar ist, wenn nicht nur geschlossene Dörfer, sondern auch einzeln liegende Höfe angeschlossen werden. Selbst in schwach besiedelten Gebieten mit 100 Köpfen auf 260 ha ist noch eine sich selbst tragende Versorgung möglich, wenn nicht weniger als 75% der möglichen Verbraucher angeschlossen sind. Für unsere deutschen Verhältnisse haben besonders die Ausführungen über die Verwendung von elektrischen Wärme geräten Interesse, schon mit Rücksicht auf die Bemühungen der jüngsten Zeit, durch Einrichtung von Versuchsdörfern die Elektrowärme in den bauerlichen Besitz einzuführen.

Der Verfasser legt der Anwendung der elektrischen Küche große Wichtigkeit bei. Infolge der gediegenen Ausführung der heute verwendeten Geräte sind die Instandhaltungskosten gering und fallen nicht ins Gewicht. Auch die Sorge, daß durch Anschluß einer größeren Anzahl von Küchen eine zu große Belastungsspitze entstehen könnte, wird nicht geteilt, da die Praxis eine überraschend gute Verteilung der Belastungen ergeben hat. Der durchschnittliche Anteil je Küche an der Spitzenbelastung beträgt weniger als 0,5 kW, wobei eine Zahl von 2500 Kochstellen zugrunde gelegt ist. Die Besorgnis des Auftretens einer Morgenspitze wird damit von der Hand gewiesen, daß ja schließlich eine Spitze immer zu irgendeiner Tageszeit auftreten muß. Sie wird aber niemals bedenklich sein, so lange sie nicht den Belastungsfaktor ungünstig beeinflusst. An einem Beispiel wird gezeigt, daß im Laufe eines Januartages drei Belastungsspitzen auftreten, und zwar zwischen 8⁰⁰ und 8³⁰, von 11³⁰ bis 12⁰⁰ und eine Abendspitze zwischen 16⁰⁰ und 18⁰⁰, alle drei von etwa gleicher Höhe (bei 1960 kW). Bei einem Tagesverbrauch von 28370 kWh ergibt sich der hohe Belastungsfaktor von 60,4%. Der Belastungsfaktor stellt sich, für das ganze Jahr gerechnet, auf durchschnittlich 40%, wozu gerade die Morgenspitze in günstigem Sinne beiträgt.

Bei der als Beispiel angezogenen Elektrisierung der Grafschaft Dumfries-shire mit rd. 15 000 möglichen Verbrauchern sind im Zeitraum von fünf Jahren etwa die Hälfte, also 8000 Verbraucher angeschlossen worden, wobei etwa 3000 elektrische Kochherde aufgestellt wurden. Es hat sich gezeigt, daß gerade in den kleineren Haushaltungen mit 2 bis 4 Wohnräumen anteilig die Elektroküche viel stärker vertreten ist als in den größeren. Für die Einführung der Elektroküche sprach besonders ihre größere Bequemlichkeit und Sauberkeit, die das Wohnen auf dem Lande angenehmer macht, um so mehr als die Landbevölkerung mehr auf das eigene Heim angewiesen ist als die Bewohner der Stadt. Von Heißwasserspeichern, Waschkesseln, Strahlöfen und anderen Wärme geräten wurde nicht in demselben Umfange wie von Herden Gebrauch gemacht. Unterstützt wurde die Verwendung der Elektrowärme dadurch, daß die Geräte mietweise ohne Anzahlung abgegeben werden. Hinsichtlich Verwendung von Elektromotoren weichen die Verhältnisse nicht wesentlich von den deutschen ab. Es wurden 300 kleine Eigenlichtanlagen, ferner 300 Ölmotoren stillgelegt. [J. S. Pickles, J. Instn. electr. Engrs. 82 (1938) S. 333; 53 S., 10 Abb.] *Rfl.*

Fernmeldetechnik.

621. 396. 1. 029. 62 3 Nachrichtenverkehr mit ultrakurzen Wellen. — Die versuchsmäßigen und betrieblichen Erfahrungen mit Ultrakurzwellen (Meterwellen und Dezimeterwellen) lassen jetzt einen gewissen Überblick zu über die Möglichkeiten eines Nachrichtenverkehrs in diesem Wellenbereich. Danach kann man zusammenfassend als die Hauptvorteile der Ultrakurzwellen anführen: die Verringerung des Störpegels mit abnehmender Wellenlänge, die Erhöhung der Richtwirkung und die Möglichkeit von Breitbandmodulationen. Dem stehen die Nachteile gegenüber, daß die überbrückbare Entfernung mit kürzerer Wellenlänge immer mehr auf den optischen Horizont beschränkt wird und von einer gewissen Grenze an auch trotz optischer Sicht eine gewisse Unbeständigkeit der Ausbreitung einsetzt. Das günstigste Wellenband liegt anscheinend zwischen 1 und 10 m (300 u. 30 MHz). Der Wellenbereich zwischen 3 und 6 m (100 u. 50 MHz) ist für hochwertige Funkverbindungen geradezu als Ideal anzusprechen. Insbesondere die längeren Wellen dieses Bereiches sind sehr vielseitig anwendbar z. B. für die Verbindung beweglicher Einheiten der Polizei oder der Wehrmacht, für Landfunk- oder Küstenfunkfeueranlagen, für Vielfachkanalsysteme oder Fernsendsendungen. Ein großer Vorzug dieses Wellenbereiches ist neben den günstigen Ausbreitungserscheinungen die Tatsache, daß alle Erzeugungs- und Empfangsverfahren auf den im Rundfunkwellenbereich be-

¹⁾ Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 170.

währten und bekannten Verfahren beruhen. Auch der für die rundfunkmäßige Verbreitung von Fernsehdarbietungen erforderliche erhöhte Senderleistungsbedarf von etwa 20 bis 40 kW kann noch erzeugt werden. Eine Anwendung, die immer mehr ausgenutzt wird, ist die Ultrakurzwellen-Diathermie. Aus diesen Gründen kann der Verwendung dieses Wellenbandes eine wesentliche Entwicklung vorausgesagt werden. Die Anwendungsgebiete der Dezimeterwellen, insbesondere der sehr kurzen Dezimeterwellen, liegen mehr in Sonderaufgaben wie dem Ersatz für kürzere unwirtschaftliche oder gefährdete Kabelstrecken oder der Herstellung scharf gebündelter (gerichteter) Strahlen, die für Zwecke der Entfernungsmessung, der Geschwindigkeitsmessung, der Fahrstraßensicherung usw. geeignet sind. Hier wird die wirtschaftliche Entfaltung noch sehr stark beeinträchtigt durch die im Flusse befindliche Entwicklung neuer Empfangs- und Sendeverfahren, da in diesem Gebiet die im Rundfunkbereich üblichen Verfahren versagen. [E. H. Ullrich, Elektr. Nachr.-Wes. 16 (1937) S. 64; 24 1/2 S., 23 Abb.] Grs.

621. 397. 5 Farbfernsehen. — Am 4. 2. wurden im Dominion-Theater in London unter Verwendung von Hochleistungsbogenlampen farbige¹⁾ Fernsehprojektionsbilder (Bildgröße rd. 3,7 × 2,7 m) vorgeführt, die drahtlos vom Kristall-Palast auf Welle 8,3 m übertragen waren. Die Zerlegung bzw. Zusammensetzung der 120zeiligen Bilder erfolgte mechanisch mittels Spiegelrad (20 Spiegel, 6000 U/min) und Nipkow-Scheibe (500 U/min) mit 12 Spalten, die abwechselnd mit einem blaugrünen und einem roten Filter abgedeckt waren, so daß das Gesamtbild aus zwei einfarbigen Einzelbildern zusammengesetzt war. [Electrician 120 (1938) S. 197; 1 S., 3 Abb.] Kj.

Theoretische Elektrotechnik.

538. 21 : 621. 318. 2 Temperaturkoeffizient permanenter Magnete. — Die Temperaturabhängigkeit der Luftspaltinduktion von Hufeisenmagneten aus Co-Stahl verschiedener Zusammensetzung und Behandlung sowie aus Al-Ni- und Al-Ni-Co-Stahl (gegossene Blöcke mit angesetzten Weicheisenpolschuhen) wurde im Temperaturbereich zwischen — 60° und + 100° C nach einem ballistischen Verfahren untersucht. Die Proben kamen gehärtet und magnetisiert, jedoch nicht künstlich vorgealtert zur Anlieferung, so daß die ersten Wärmebehandlungen auch jeweils die irreversiblen, durch die Gefügeänderungen bedingten Abnahmen des Moments umfaßten. Um einige dem Bericht hier besonders aufgefallene Tatsachen hervorzuheben, so sind die für diese irreversiblen Verluste des Moments erhaltenen Zahlen selbst bei Magneten ähnlicher Zusammensetzung recht schwankend (bei den 15%igen Co-Stählen beispielsweise zwischen 0 und 1,15%), und der Bericht möchte daher bei einer kritischen Betrachtung der Abbildungen den Schlüssen des Verfassers über den Gang dieser Werte mit dem Co-Gehalt usw. nicht restlos zustimmen. Merkwürdigerweise zeigen auch die Magnete aus Al-Ni-Fe- bzw. Al-Ni-Fe-Co-Legierungen, trotzdem es sich um ausscheidungsgehärtete Werkstoffe handelt, durchweg einen Rückgang des Moments bei den ersten Erwärmungen (einer sogar bei der ersten Abkühlung). Hierfür möchte man an Stelle von molekularen Änderungen, die der Verfasser vermutet, eher mechanische Gründe, wie Änderung der Befestigung der Weicheisenpolschuhe, verantwortlich machen, doch beweisen diese Beobachtungen, welchen Erscheinungen man auch bei Benutzung dieser Magnete insgesamt Rechnung tragen muß. — Sind die irreversiblen Änderungen des Moments abgelaufen, so wurde (mit einer einzigen Ausnahme) bei allen Magneten ein konstant bleibender und völlig reversibler Temperaturgang der Luftspaltinduktion festgestellt, der sich zwischen — 60° und + 100° C durch die Gleichung $H_t = H_0 (1 + \alpha t + \beta t^2)$ darstellen läßt. Eine Temperaturhysterese wurde innerhalb dieses Temperaturbereiches nicht beobachtet. Im einzelnen wurde der Wert des Koeffizienten α für Co-Stähle zwischen — 0,00018 und — 0,00024 gefunden, er nimmt ab mit Steigerung des Co-Gehaltes und scheint weiter von der Temperatur, bei der die Magnetisierung des Magneten vorgenommen wurde, abzuhängen, wobei sowohl mit sinkender als auch steigender Magnetisierungstemperatur die Werte ansteigen. Die Werte von β sind ebenfalls negativ und liegen zwischen — 0,00000083 und 0,00000025. Bei den Al-Ni-Stahl-Magneten ist die Temperaturabhängigkeit etwas größer, und zwar betrug hier α zwischen — 0,00026 und — 0,00030, dagegen liegt β zwischen — 0,00000020 und — 0,00000043, die H-t-Kurve ist also nicht so stark gekrümmt. Auch hier scheint der Koeffizient α etwas durch die

Temperatur, bei der die Magnetisierung der Probe vorgenommen ist, beeinflußt zu werden. Ein ausführliches Schriftumsverzeichnis ist der sorgfältig durchgeführten und die kleinsten Einzelheiten verzeichnenden Arbeit beigegeben. [A. C. Whiffn, J. Instn. electr. Engrs. 81 (1937) S. 727; 14 S., 12 Abb.] Kmn.

621. 315. 61. 015. 51. 001. 2 Der wärmeelektrische Durchschlag. — In einer früheren Veröffentlichung des Archivs für Elektrotechnik bestimmte W. Rogowski die Feldstärke, die nötig ist, um das Ionengitter des Steinsalzkrystals beim Nullpunkt der absoluten Temperatur zu zerreißen. Den Durchschlag bei höheren Temperaturen denkt er sich hierbei durch die Temperaturschwingungen der einzelnen Ionen beeinflusst, jedoch ist die von ihm errechnete Erniedrigung der Durchschlagsfeldstärke nur geringfügig. Die Arbeit von Gänger ordnet nun analog zur Wärmetheorie dem Schmelzpunkt des Stoffes die Durchschlagsspannung Null zu. Als Folgerung ergibt sich hieraus die völlige Gleichberechtigung der vom äußeren Feld verursachten Abstandsvergrößerung der Ionen und ihrer Schwingungen bei von Null verschiedenen Temperaturen hinsichtlich der Zerstörung des Kristallgitters. Der auf Grund dieser Verknüpfung von Feld und Temperatur errechnete Verlauf der Durchbruchfeldstärke zeigt bis etwa 250° C nahezu Konstanz der Feldstärke, die dann bis zum Schmelzpunkt rasch abfällt. Dieser vom Verfasser als wärmeelektrischer Durchschlagsmechanismus definierte Vorgang gilt unmittelbar nur für Stoßspannungen; bei längerer Beanspruchungsdauer muß die von der Verlustwärme hervorgerufene innere Erwärmung des Stoffes in Rechnung gestellt werden, da die in der Umgebung des Kristalls gemessene Temperatur einen zu frühen Eintritt des Durchschlags vortäuscht. [B. Gänger, Arch. Elektrotechn. 32 (1938) H. 5, S. 346; 2 S., 1 Abb.]

621. 315. 61. 015. 33 Die elektrische Stoßfestigkeit fester Isolierstoffe bei Beanspruchung im Stirnbereich. — Bei Stoßbeanspruchungen infolge atmosphärischer Entladungen erfolgt meist der Durchschlag des Isolierstoffes innerhalb der Stirn der Spannungswelle, d. h. noch im Spannungsanstieg. Entsprechend der verschiedenen möglichen Stirnteilheiten betrachtet die Arbeit den Einfluß des Spannungsanstieges auf die Durchschlagsfestigkeit. Zunächst wird die Versuchsanlage auf störende Schwingungsvorgänge untersucht. Der Wellenwiderstand der Meßleitung ebenso wie die Kapazität der Oszillographenablenkplatten sind möglichst klein zu wählen, um den Meßfehler auch bei steilen Spannungsanstiegen noch erträglich klein zu halten. Die Prüfung fester Isolierstoffe im homogenen Feld, bei der ein dritter Körper den Durchschlagsvorgang des Prüflings selbst nicht beeinflusst, läßt sich nur schwierig durchführen. Versuchsanordnungen, die von anderen Verfassern für Wechselspannung benutzt und als geeignet befunden wurden, versagen für Stoßbeanspruchung.

Rechnerisch und versuchsmäßig wird festgestellt, daß bei Stoßbeanspruchung außer Wasser alle Füllstoffe in der Schichtung mit festem Isoliermaterial — die bei der Einspannung eines ebenen Prüflings zwischen abgerundete Kalotten immer auftritt — dem Teildurchschlag oder unvollkommenen Durchbruch unterliegen. Die Eignung isolierender Flüssigkeiten als Füllstoffe für Durchschlagversuche kann man, wie bekannt, verbessern, wenn man ihnen eine gewisse Leitfähigkeit gibt. Die besten Durchschlagsbedingungen ergeben sich bei Stoßbeanspruchung mit Wasser als Füllstoff. Bei längerer Beanspruchungszeit kann man jedoch Oberflächenentladungen nur bei Verwendung ausgehöhlter Proben vermeiden.

Es ergibt sich Proportionalität zwischen Durchschlagsspannung und Dicke des Werkstoffes bei Voraussetzung gleichbleibender Stirnteilheit. Beim Durchschlag in der Stirn der Stoßwelle ist die Durchschlagsfestigkeit bei längeren Zeiten konstant und steigt mit kürzer werdender Beanspruchungsdauer bei Zeiten von weniger als 10^{-7} s an. Erfolgt der Durchschlag im waagerechten Wellenrücken, wo sich die Durchschlagsverzögerung beliebig unabhängig von der Stirnform einstellen kann, beobachtet man mit wachsender Stirnteilheit fallende Festigkeit. Verändert man die Kurvenform des Spannungsanstieges derart, daß bei gleichbleibender Zeit vom Beginn des Spannungsanstieges bis zum Durchschlag die Fläche unter der Spannungs-Zeitkurve größer wird, so fällt die Durchschlagsspannung ab.

Der festigkeitserniedrigende Einfluß solcher Füllstoffe, die vor dem Durchschlag des Prüflings Teildurchbruch aufweisen, verliert bei der gleichen kurzen Beanspruchungszeit erst seine Wirkung, bei der auch der Anstieg der wirklichen Durchschlagsfestigkeit einsetzt. Das läßt vermuten, daß die Festigkeit selbst ebenfalls durch den Rückgang eines ähnlichen Einflusses im

¹⁾ Television, Lond. 11 (1938) S. 151.

Stoffinnern erhöht wird. Aus Versuchen mit sehr hoch gereinigten Isolierstoffen geht hervor, daß die Verunreinigungen auch bei festen Stoffen die Festigkeit erheblich herabsetzen. Bei Flüssigkeiten kann man den festigkeitserniedrigenden Einfluß der Verunreinigungen und Ionen dadurch verringern, daß man nur kurze Beanspruchungen wirken läßt, oder den Druck erhöht. Daß diese Maßnahmen tatsächlich die Beweglichkeit der Verunreinigungen und Ionen beeinflussen, geht daraus hervor, daß die Festigkeit gereinigter Stoffe von Druck und Beanspruchungsdauer kaum abhängig ist.

Nach der Erklärung des elektrischen Durchschlages von v. Hippel wird der elektr. Durchschlag von der Stoßionisation durch Elektronen aus den Elektroden oder durch Ionen des Materials hervorgerufen. Bei sehr kurzen Beanspruchungszeiten (weniger als 10^{-7} s) haben die beweglichen Teile nicht mehr die Möglichkeit, auf volle Geschwindigkeit zu kommen, so daß ihr Einfluß auf den Durchschlag zurückgeht und die Festigkeit steigt. Man kommt somit in ein Übergangsgebiet, in dem der elektr. Durchschlag langsam seine Wirkung verliert. Dort, wo keine Stoßionisation, sei es mangels Elektronen oder Ionen oder mangels Zeit zu ihrer Beschleunigung mehr auftritt, kommt man in das Gebiet des zerreißmechanischen Durchschlages, in dem allein die für das Zerreißen des Molekülgitters notwendigen elektr. Kräfte die Durchschlagsfestigkeit bestimmen. [F. Lehmann, Arch. Elektrotechn. 32 (1938) H. 5, S. 281; 25½ S., 32 Abb.]

Physik.

537. 533. 72 : 621. 396. 616 **Schwingungsanfachung durch einen Elektronenstrahl im Felde des Plattenkondensators.** — Wenn man einen Elektronenstrahl durch einen Plattenkondensator senkrecht zu den Kraftlinien hindurchschießt, wobei an den Platten eine hochfrequente Ablenkspannung liegt, so erfolgt die Ablenkung nicht leistungslos wie im statischen Feld. Die Rechnung ergibt, daß maßgebend für die an die Elektronen übertragene Leistung das Produkt $p = \omega \cdot \delta$ ist, wobei ω die Kreisfrequenz der angelegten Spannung und δ die Laufzeit der Elektronen im Kondensator ist. Mit wachsendem p wird die im Zeitmittel an die Elektronen übertragene Leistung von Null (leistungslose Ablenkung im statischen Feld) ausgehend zunächst positiv. Bei $p = 3,4$ besitzt die übertragene Leistung ein Maximum, sie wird bei $p = 2\pi$ wieder Null und geht dann zu negativen Werten über. Bei $p = 7,6$ liegt ein Minimum. Bei weiter wachsendem p folgen abwechselnd Gebiete mit positiver und negativer übertragener Leistung. Bei negativer Leistung, d. h. wenn die Elektronen Energie an das Wechselfeld abgeben, kann die Anordnung zur Erregung von elektrischen Schwingungen dienen. Am günstigsten hierfür ist eine solche Wahl der Geräteabmessungen und Spannungen, daß p den Wert 7,6 annimmt. Dort ist die im Zeitmittel an das Wechselfeld abgegebene Leistung von der Größenordnung einiger Prozente der Gleichstromleistung, durch die die Elektronen vor dem Eintritt in das Wechselfeld beschleunigt werden. [A. Recknagel, Z. techn. Phys. 19 (1938) S. 74; 4 S., 1 Abb.] *Vb.*

Chemie.

621. 355. 035. 2 **Ersatz von Antimon durch Kalzium im Bleisammler.** — Durch Zusatz einer kleinen Menge von Kalziummetall erhält das Blei etwa die gleiche Härte wie durch den für Sammlergitter üblichen Zusatz von 5 bis 8% Antimon. Mit Zellen, deren Gitter aus reinstem Blei mit 0,1% Kalzium bestand, hat Haring¹⁾ gute Erfahrungen gemacht; die Selbstentladung betrug nur $\frac{1}{10}$ derer von Zellen mit 9% Antimon. Unmittelbar unter seinem Erstarrungspunkt 328° löst das Blei 0,1% Kalzium, bei Zimmertemperatur nur 0,01%. Die besten mechanischen Eigenschaften erhält die Legierung, wenn sie bei 450° in warme Form gegossen, eine Woche bei Raumtemperatur gealtert und dann 18 Std. auf 100° erwärmt wird. Angeregt durch diese amerikanischen Erfolge hat E. Hoehne versuchs-mäßig 135 Zellen verschiedener Art mit einer Kalziumlegierung ausgerüstet; sie enthielt neben 0,1% Kalzium noch 0,02% Natrium. Wenn Gitter und Polbrücken aus ihr gegossen waren, wurden die Brücken binnen einigen Monaten zerfressen. Dagegen bewährten sich Gitter aus Antimonblei mit Brücken aus Kalziumblei und umgekehrt. Im Laufe der Zeit stieg die Ladepannung bei Kalziumbleigitter bis 0,2 V höher als bei Antimon-gitter. Einige Plattensätze mit Kalziumblei begannen schon bald nach Beginn des Ladens zu gasen, und zwar an einer begrenzten Stelle der die Positiven verbindenden Brücke; sie

zeigten gegen die Kadmium-Hilfselektrode 2,6 V, gegen Ende der Ladung 2,4 V. Die Negativen mit Kalziumgitter bewährten sich alle. Die Selbstentladung war bei positiven Gittern aus Kalziumblei nur $\frac{1}{5}$ von der bei den Vergleichszellen mit Antimonblei. Die vor einem Jahr begonnenen Versuche sollen fortgesetzt werden. [E. Hoehne, Z. Metallkde. 30 (1938) S. 52; 3½ S., 12 Abb.] *K. A.*

Werkstatt und Baustoffe.

621. 386 : 620. 1 **Ergebnisse, neue Möglichkeiten und Grenzen der Röntgen- und Gammadurchstrahlung.** — Die verfahrens-mäßige Entwicklung der Röntgendurchstrahlung mit Sichtbarmachung durch Leuchtschirm oder Film ist als weitgehend abgeschlossen zu betrachten. Die billige und rasch arbeitende Leuchtschirmprüfung kann zur Untersuchung von Leichtmetall-Gußteilen bis etwa 20 mm Wanddicke angewandt werden, wobei grobe Seigerungen und Hohlräume festgestellt werden können, deren Durchmesser mehr als 5% der Werkstoffdicke beträgt. Feine Poren oder Risse lassen sich nicht mit dem Leuchtschirm, wohl aber mit Filmaufnahmen feststellen. Durch Filmaufnahmen können Poren, Seigerungen, Fremdeinschlüsse und Risse bekannter Richtung in Leichtmetallen bis zu 300 mm, in Stahl bis etwa 100 mm mit im allgemeinen genügender Empfindlichkeit nachgewiesen werden.

Die größte Bedeutung hat die Röntgenprüfung auf dem Gebiet der Prüfung von Schweißnähten erlangt. Auf diesem Gebiet lassen sich die Auswirkungen der planmäßigen Röntgenprüfung hinsichtlich der Verbesserung der Schweißtechnik bereits heute auf Grund der bei zahlreichen Brücken und Hochbauten gesammelten Unterlagen übersehen: Anfang 1936, zu Beginn des Einsatzes der „Reichs-Röntgenstelle“, waren im Durchschnitt über 30% aller untersuchten Schweißen fehlerhaft; durch die mit der Durchstrahlung gesammelten Erfahrungen sank dieser Prozentsatz bis heute auf den Stand von 1 bis 2%.

Die Gammadurchstrahlung kann bis etwa 250 mm Stahl angewandt werden. Der Grund für die bisher noch verhältnismäßig seltene Anwendung liegt in den langen Belichtungszeiten einerseits und der geringeren Fehlererkennbarkeit bei kleinen Wanddicken andererseits. Die Fehlererkennbarkeit konnte jedoch in letzter Zeit durch Einführung geeigneter Schwermetallfilter und weiter dadurch stark verbessert werden, daß man gleichzeitig zwei Filme aufeinandergelegt belichtet und dann vor dem durch ultraviolette Licht angeregten Fluoreszenzschirm betrachtet („Auroskop“).

Die Grenze der Durchstrahlungsverfahren liegt vor allem darin, daß sehr feine Risse oder Risse unbekannter Richtung nicht mit Sicherheit aufgefunden werden können. Glücklicherweise wird das Durchstrahlungsverfahren in dieser Hinsicht wirksam durch magnetische Verfahren, insbesondere durch das Magnetpulver-Verfahren mit seiner hohen Empfindlichkeit auf feinste Risse nahe der Oberfläche ergänzt¹⁾.

Neue Möglichkeiten für die Durchstrahlungsverfahren sind aus der Weiterentwicklung der Geräte und Hilfsmittel zu erwarten. Durch die Hohlkathoden-Röntgenröhre²⁾, die wesentlich handlicher in der Anwendung als die bisher üblichen Röntgenröhren ist, wurde die Wirtschaftlichkeit der Röntgendurchstrahlung erhöht. Durch Einführung des gegenüber Strahlung außerordentlich empfindlichen Zählrohrs, mit dem Intensitäten unmittelbar angezeigt werden können, die auf einem Film mehrere Monate lang einwirken müßten, um ihn zu schwärzen, können neue Anwendungsgebiete erschlossen werden. So ist z. B. ein Verfahren zur laufenden Messung von Wanddicken bereits in der Erprobung³⁾. [R. Berthold, Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 49; 4 S., 9 Abb.] *eb.*

Verschiedenes.

Das Programm des Hauses der Technik in Essen. — Folgende Vorträge aus dem Sommersemester 1938 werden für den Elektrotechniker Interesse haben:

P. Werners, Die gittergesteuerten Stromrichter (9. Juni).
I. Söhler, Die Auswertung der Statistik von Störungen und Unfällen für den modernen Schaltanlagenbau (23. Juni).

Die Vorträge beginnen um 19¹⁵. Die Hörerkarte für einen dieser Vorträge kostet 1,50 RM, die Semesterkarte für die allgemeinen und technisch-wissenschaftlichen Vorträge kostet 5 RM. Auskunft erteilt die Geschäftsstelle: Haus der Technik, Essen, Hollestraße 1a.

¹⁾ ETZ 59 (1938) H. 12, S. 322.

²⁾ ETZ 59 (1938) H. 16, S. 422.

³⁾ ETZ 59 (1938) H. 16, S. 421.

¹⁾ Trans. electrochem. Soc. 68 (1936) S. 292.

FÜR DEN JUNGINGENIEUR.

Betriebserfahrungen mit Kondensatoren in Starkstromanlagen.

Von H. Schwenkhagen VDE, Danzig-Langfuhr.

Übersicht. Der Aufsatz*) bringt eine kurze Zusammenfassung der Beobachtungen über Schäden an Kondensatoren und eine Besprechung ihrer Ursachen.

Im Laufe des letzten Jahrzehnts hat sich der Kondensator in der Starkstromanlage ein stets wachsendes Anwendungsgebiet erobert, nachdem es zum Teil schon vor, zum Teil während dieser Zeit gelungen ist, ihn einerseits in seinen Abmessungen und seinem Preis den Bedürfnissen der Praxis anzupassen und ihn dabei anderseits in seiner Betriebssicherheit nicht nur nicht zu beeinträchtigen, sondern sogar noch eine weitgehende Erhöhung der Zuverlässigkeit zu erreichen. Neben seiner Verwendung zur Blindstromkompensation mit Niederspannung beim letzten Abnehmer [1] oder in Gruppen zusammengefaßt an der Verteilungsstelle mit Mittel- und Höchstspannung [4] kommt er heute auch als Hilfsmittel zur Spannungshaltung bzw. Spannungsregelung und zur Oberwellenbefeuerung mehr und mehr in Betracht.

Da für den Starkstromkondensator großer Leistung praktisch nur die Verwendung von ölgetränktem Papier als Dielektrikum in Frage kommt, konnte die Lösung aller Fragen der Isolation der Zuführungen und der Belegungen gegen Erde bzw. das umgebende Gehäuse von den bekannten Ausführungsformen des Öltransformators und des ölgefüllten Schalters übernommen werden, so daß sich in dieser Richtung besondere Betriebsschwierigkeiten nicht erwarten ließen und auch praktisch nicht aufgetaucht sind. Die überaus seltenen Schäden an Durchführungen oder Abstützungen sind fast immer durch besonders ungünstige äußere Betriebsverhältnisse verursacht worden, die nicht im Kondensator selbst begründet waren.

Die Kondensatorschäden der Praxis sind fast ausschließlich Schäden am Dielektrikum, dem aktiven Teil des Kondensators. Entscheidend für die Betriebssicherheit ist dabei neben der Höhe der Beanspruchung die Güte des Werkstoffes, aus dem das Dielektrikum besteht. Daß bei der Kombination aus Öl und Papier das Papier nicht nur, wie man lange Zeit geglaubt hat, als Träger des flüssigen Isolierstoffes eine nebensächliche Rolle spielt, während die Güte des Öls allein die Zuverlässigkeit bedingt, sondern daß es selbst an den Vorgängen im Dielektrikum maßgebend beteiligt ist, ist vor einigen Jahren durch systematische Untersuchungen gezeigt worden [5, 6, 9]. Aus enger Zusammenarbeit von Prüffeld und Praxis hat sich dabei allmählich eine ziemlich einheitliche Bewertung der Wichtigkeit dieses Grundstoffes für den Kondensatoraufbau ergeben, die zu einheitlicher Wahl der Papiersorte führte.

Auch in der Anordnung bestehen keine sehr wesentlichen Unterschiede zwischen den verschiedenen Fabrikaten. Da einzelne zufällige Fehlerstellen in der viele Quadratmeter großen Papierbahn eines Starkstromkondensators fast unvermeidlich sind, bei Verwendung einer einzelnen Bahn aber schon eine einzige Fehlstelle eine Zerstörung des Gesamtkondensators zur Folge haben würde, schichtet man allgemein drei bis vier größenordnungsmäßig etwa je 1/100 mm dicke Einzelbahnen übereinander zwischen die Beläge und hat dann bei sorgfältig hergestelltem Papier die Gewißheit, daß ein zufälliges Zusammentreffen der an sich seltenen Einzelfehler, das eine Durchschlagsmöglichkeit bieten würde, fast ausgeschlossen ist. Um darüber

*) Auszug aus einem Vortrag, gehalten auf der 2. Betriebsleiter-tagung der Allianz- u. Stuttgarter Verein-Versich.-A.-G. am 29. 30. X. 37 in Berlin. Der vollständige Vortrag erschien als Sonderdruck im Verlag des „Masch.-Schaden“.

621. 319. 4. 004. I : 621. 316. I
hinaus noch weitergehende Sicherheit für den Gesamtkondensator zu haben, werden die Kondensatoren aus Reihen- und Parallelschaltung einzelner Elemente (Wickel) hergestellt, die je für sich nur für einen Teil der Gesamt-

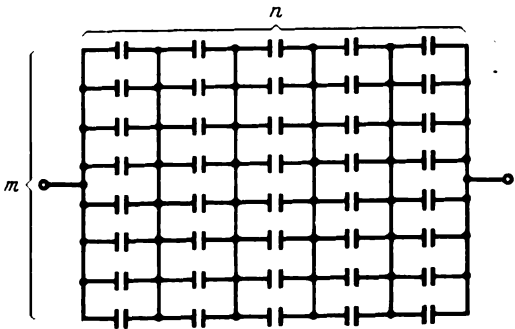


Abb. 1. Zusammenschaltung der Einzelelemente (Wickel) zu Kondensatoren größerer Leistung und Spannung.

Gesamtkapazität

$C_{\text{res}} = C_{\text{Wickel}} \frac{m}{n}$

Gesamtspannung

$U_{\text{res}} = U_{\text{Wickel}} n$

Gesamtstromstärke

$I_{\text{res}} = I_{\text{Wickel}} m$

Gesamtleistung

$N_{\text{res}} = N_{\text{Wickel}} m n$

Spannungsverwerfung bei Ausfall eines Wickels

$\frac{1}{m n - 1} \cdot 100\%$

Spannungsverwerfung bei Ausfall von zwei Wickeln der gleichen Reihe

$\frac{1}{2 (n - 1)} \cdot 100\%$

Spannungsverwerfung bei Ausfall von zwei Wickeln verschiedener Reihen

$\frac{1}{n - 2} \cdot 100\%$

spannung isoliert sind und nur einen entsprechenden Teil der Gesamtenergie aufnehmen (Abb. 1). Fällt wirklich einmal einer der bei alten Ausführungen runden (Abb. 2), bei

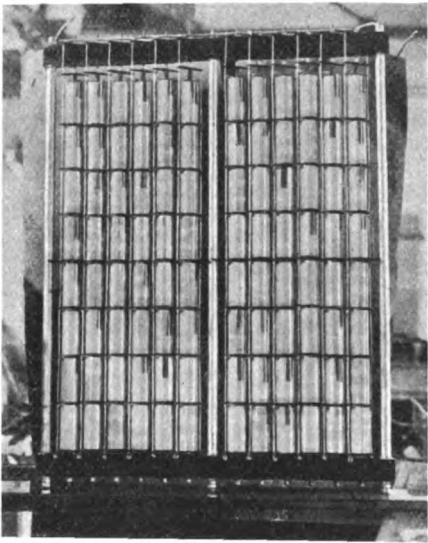
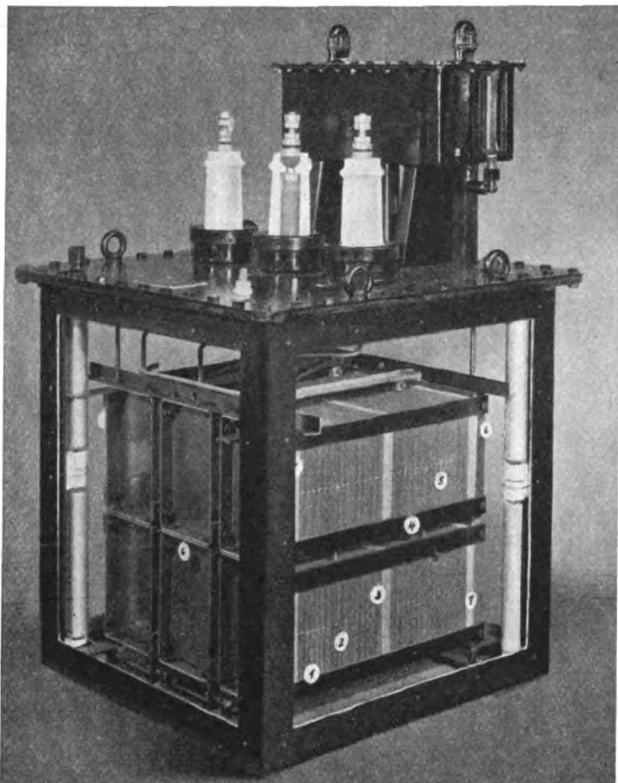


Abb. 2. Ältere Ausführungsform eines Kondensators mit Rundwickeln.

neuzeitlichen Formen fast stets flachen, gepreßten (Abb. 3) Wickel durch einen bei der Prüfung noch nicht entdeckten, sondern erst später im Betrieb entstehenden Fehler aus,

so wird durch Einzelabsicherung das fehlerhafte Element sofort ausgeschaltet; der Gesamtkondensator bleibt damit betriebsbrauchbar; die Spannungsverwerfung, durch die ein Teil der übrigen Wickel des Kondensators etwas höher beansprucht wird, hält sich bei genügend großer Zahl der Einzelelemente dann stets in so bescheidenen Grenzen, daß eine Gefährdung des Gesamtkondensators dadurch nicht hervorgerufen wird.



- | | |
|--|----------------------------------|
| 1 Kern des Wickels | 4 Führungsleiste für Wickelpaket |
| 2 isolierende Zwischenlagen zwischen den Wickeln | 5 Sammelkabel |
| 3 Wickelanschluß | 6 Preßplatten |
| | 7 Preßplatten-Isolation |

Abb. 3. Neuere Ausführungsform eines Kondensators mit gepreßten Flachwickeln und Ölausgleichsgefäß.

(Seitenwände entfernt, eine Durchführung im Schnitt.)

Schwierigkeiten bei der Bemessung dieser Sicherungen, die anfänglich dadurch auftraten, daß auch bei äußeren Kurzschlüssen in der Nähe der Kondensator клемmen gesunde Wickel abgetrennt wurden, sind inzwischen überwunden, nachdem man den richtigen Mittelweg für die Bemessung der Sicherung gefunden hat. Sie soll einerseits auf den bei einem Fehler im durchgeschlagenen Kondensatorelement fließenden Gesamtstrom $I = \frac{m}{n-1} \omega C_w U$ (m Zahl der parallel geschalteten Wickel, n Zahl der in Reihe geschalteten Wickel, C Wickelkapazität, U Gesamtspannung) oder auf den Entladestoß aus den parallel zum schadhafte Element liegenden ($m-1$) übrigen Elementen (Abb. 1) mit Sicherheit ansprechen, andererseits aber mit Sicherheit nicht ansprechen auf den Entladestoß des Gesamtkondensators bei Klemmenkurzschluß und einer Betriebsspannung, die entsprechend der höchsten praktisch vorkommenden Netzspannung über der Nennspannung liegt. Beide Bedingungen sind um so leichter vereinbar, je höher m liegt.

So geringfügig die dielektrischen Verluste eines neuzeitlichen Kondensators im Verhältnis zur Blindleistung des Kondensators erscheinen mögen (0,2 bis 0,5 %), da sie wirtschaftlich kaum ins Gewicht fallen, so bedeutungsvoll sind sie doch für die praktische Bewährung des Kondensators. Schon die Werkstoffkombination Öl/Papier

allein bedingt dielektrische Verluste [7]. Ihre Größe steigt aber sofort erheblich, wenn zu diesen beiden Baustoffen noch Feuchtigkeit oder Luft als unerwünschter dritter Bestandteil hinzutritt. Da überdies in dem praktisch benutzten Temperaturbereich der Verlustwinkel mit der Temperatur [2,7] ansteigt, kann bei unzureichender Wärmeabfuhr leicht durch wechselseitige Steigerung von Verlusten und Temperaturerhöhung ein labiler Zustand entstehen, der schließlich zur völligen Zerstörung des Dielektrikums führt [8,9]. Es ist erklärlich, daß diese Labilität um so eher eintritt, je höher die Beanspruchung des Dielektrikums an sich war, und daß in den Anfangszeiten der Herstellung von großen Starkstromkondensatoren Schäden aus diesen Gründen vorgekommen sind, weil in Unkenntnis der zulässigen Höchstbeanspruchungen von den Herstellern manchmal diese Grenze überschritten wurde, um zu möglichst kleinen Abmessungen und niedrigen Preisen zu gelangen. Die Betriebserfahrungen und die Beachtung der Ergebnisse der Forschung [2,9] haben inzwischen wohl überall zu einer ausreichenden Beschränkung dieses Bestrebens geführt, so daß man bei neuzeitlichen Kondensatoren kaum noch Bedenken wegen eines u. U. möglichen reihenweisen Ausfalls bestimmter Typen zu haben braucht.

Die Bedeutung der Temperatur für die Höhe der Verluste und damit der Wärmeabfuhr für die Betriebssicherheit des Starkstromkondensators hat dazu geführt, besondere Mittel in all den Fällen vorzusehen, wo aus äußeren Betriebsbedingungen heraus eine starke Temperaturerhöhung möglich wäre. Hochfrequenzkondensatoren haben wegen der im Verhältnis zur Verlustleistung zu kleinen Oberflächen zur ausreichenden Wärmeabfuhr oft eine besondere Wasserkühlung [10], bei Niederfrequenzkondensatoren für Freiluftaufstellung vermeidet man aus dem gleichen Grunde nach Möglichkeit schon das Entstehen einer höheren Betriebstemperatur durch Sonneneinstrahlung, indem man die Kondensatoren mit einem luftdurchspülten doppelten Mantel umschließt [4]. Auch die Zusammenfassung allzugroßer Einheiten bzw. zu vieler Einzelwickel in einem einzelnen Kessel hat durch die höhere Betriebstemperatur der im Kessel oben liegenden Elemente gelegentlich zu Unzuträglichkeiten geführt, die sich in stärkerem Ausfall dieser Elemente gezeigt haben. Ob man zur Behebung dieser Schwierigkeiten zu Bauformen greift, bei denen trotz Vereinigung zahlreicher Elemente in einem Kessel die Temperaturschädigung durch Niedrighaltung der Gesamttemperatur im Kessel verhindert wird, oder ob man von vornherein die Aufteilung der Gesamtleistung auf kleine, in ihrer Erwärmung sicher zu beherrschende Einzelelemente in getrennten Kesseln vorsieht [4], wird weniger von technischen als von wirtschaftlichen Gesichtspunkten her entschieden werden können. Der erforderlichen vermehrten Kühlung der großen Bauform steht auf der anderen Seite der erforderliche Mehraufwand an Gehäuse und Isolation gegenüber.

Die weitaus wichtigste Frage für die Bewährung der Kondensatoren im Betrieb ist aber die Verhinderung des Eindringens von Luft und Feuchtigkeit in das Isolieröl und in die mit ihm getränkten Papierschichten. Wenn man eine große Öloberfläche dem schädigenden Einfluß der Luft mit ihrer Feuchtigkeit ungeschützt aussetzt, so wird auch bei bester Vorbereitung von Papier und Öl bei der Herstellung des Kondensators [2,5] keine dauernde Sicherheit für den späteren Betrieb erreicht werden können, da durch diese Oberfläche hindurch Luft und Feuchtigkeit in das Öl hinein diffundieren und — sobald sie erst einmal in die Nähe der feldführenden Wickel gelangt sind — durch elektrostatische Kräfte begierig in die Gefahrzone der hohen Beanspruchung hineingesogen werden. Alle neueren Kondensatorkonstruktionen versuchen deshalb, mit den verschiedensten Mitteln diesem Eindringen von Fremdstoffen in das Dielektrikum Einhalt zu gebieten, auf das in den Anfangsjahren der Anwendung großer Starkstromkondensatoren häufige, zum Teil serienweise Ausfälle von Kondensatoren zurückzuführen waren.

Die Mindestanforderung ist eine besonders sorgfältige Auswahl des Packungswerkstoffes und der Durchführungs-dichtung bei verschraubten Kondensatoren. Eine neuere Ausführungsform (Abb. 4) geht sogar so weit, das ganze Kondensatorgehäuse unter innerem Überdruck luftdicht zu verschweißen [4], während andere Ausführungen sich da-

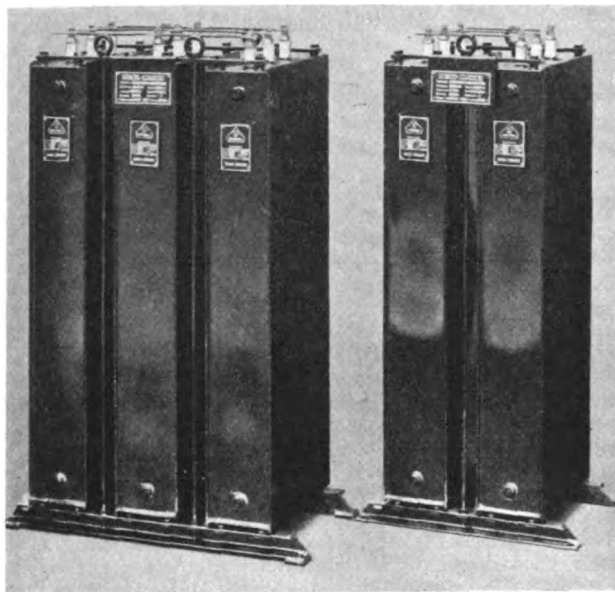


Abb. 4. Kondensatoren, deren Ölgefäß völlig geschlossen (verschweißt) ist.

mit begnügen, in der gleichen Weise, die sich beim Öltransformator so ausgezeichnet bewährt hat, durch die Einfügung eines Ölausgleichgefäßes (Abb. 3) mit Schwimmerabdeckung der freien Öloberfläche die Berührungsfläche zwischen Luft und Öl so klein zu halten, daß eine ausreichend hohe Lebensdauer des Kondensators gesichert erscheint.

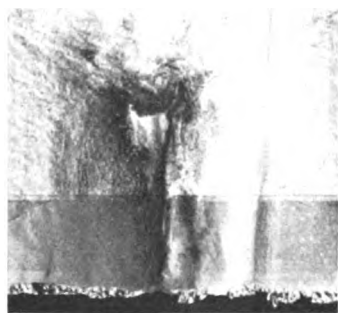


Abb. 5. Durchschlag eines Wickels älterer Bauart, verursacht durch unzureichende Abstützung der Papierkanten gegen eine Leiste. Durch Einzelabsicherung rechtzeitig abgeschaltet.

Die praktischen Erfahrungen über die Erscheinungen, die sich bei Kondensatoren älterer Bauart vor dem endgültigen Ausfall gezeigt haben, legen es nahe, dem Betriebsleiter eine allgemeine Betriebsüberwachung solcher Kondensatoren für die Zukunft zu empfehlen, zumal sie mit einfachen Mitteln durchgeführt werden kann und bei

richtiger Auswertung der Feststellungen zu einer noch weiteren Erhöhung der Zuverlässigkeit der an sich heute schon sehr betriebssicheren Elemente wird beitragen können. Schon eine einfache Temperaturüberwachung der Kondensatoren zeigt die gefahrbringende Erhöhung der inneren Verluste und damit die Möglichkeit des Labilwerdens von Temperatur und Verlust und kann durch rechtzeitige Abschaltung der gefährdeten Elemente dem Hersteller wertvolle Fingerzeige über konstruktive Möglichkeiten zur Überwindung dieser Gefahr bei Neukonstruktionen oder auf schädigende äußere Einflüsse des besonderen Betriebes geben. In gleicher Weise wirken auch alle Anordnungen befruchtend auf die weitere konstruktive Entwicklung der Kondensatoren, bei denen die Entstehung der Zersetzungsprodukte des Isolierstoffes beim Durchschlag bzw. bei der Abtrennung fehlerhafter Wickel durch die Einzelabsicherung zur Anzeige ausgenutzt wird. Das kann sowohl durch Einschaltung eines normalen Buchholz-Schutzes [12] bei den Kondensatoren geschehen, die mit einem Ölausgleichgefäß ausgerüstet sind, als auch durch besondere lichtelektrische Schutzrichtungen [4], die das Entstehen inneren Überdrucks in vollständig geschlossenen Gefäßen nach außen hin zur Anzeige bringen. Kann man auf diese Weise das Ausfallen jedes Einzelwickels feststellen, so kann man einerseits schädliche Spannungsverwerfungen bei größerer Ausfallzahl, die zum Schluß den ganzen Kondensator gefährden würden, durch rechtzeitigen Ersatz der schadhafte Wickel verhindern, andererseits aber auch aus dem Befund an den beschädigten und den noch unbeschädigten Wickeln nähere Aufklärung über die Ursache erhalten. Welche Vorzüge hierbei schon die Einzelabsicherung der Wickel durch die getrennte Absicherung mit sich bringt, zeigt Abb. 5 sehr anschaulich.

Eingehende Untersuchungen über die Beanspruchung des Dielektrikums der Kondensatoren durch Überspannungen bei Schaltvorgängen, durch Oberwellen, durch dynamische Beanspruchung bei äußerem Kurzschluß und dgl., die man anfangs sehr gefürchtet hatte, haben gezeigt, daß diese Gefahrenquellen relativ gering einzuschätzen sind [4, 11, 13, 14]. Die Erfahrungen des praktischen Betriebes haben diese experimentellen Feststellungen weitgehend bestätigt.

Zusammenfassung.

Die Kondensatorenschäden der Praxis sind in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle Schäden, deren tiefere Ursache in den Vorgängen im Dielektrikum, dem Hauptelement des Kondensators, zu suchen ist. Mit fortschreitender Erkenntnis über die zulässige Beanspruchung und die das Dielektrikum schädigenden Einflüsse sind Kondensatorkonstruktionen entstanden, deren Betriebssicherheit noch erheblich höher liegen wird als die der zu Anfang dieser Technik gebauten Apparate. Eine sorgfältige Betriebsüberwachung, die mit sehr einfachen Mitteln durchgeführt werden kann, würde im Interesse des einzelnen und der Allgemeinheit erheblich dazu beitragen können, durch Gewinnung von Unterlagen über den Schadenverlauf Anhaltspunkte über die Schadenursache und damit Fingerzeige für die zukünftige Entwicklung zu gewinnen.

Aus dem Schrifttum.

1. Stehelin, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 22 (1931) S. 509.
2. Gönningen, ETZ 55 (1934) S. 1021.
3. Schulze, ETZ 56 (1935) S. 501.
4. Baudisch, Rambold, Siemens-Z. 17 (1937) S. 461.
5. Nauk, ETZ 56 (1935) S. 371.
6. Nauk, ETZ 56 (1935) S. 539.
7. K. W. Wagner, Die Isolierstoffe der Elektrotechnik, S. 29; Berlin 1924, J. Springer.
8. Nauk, ETZ 56 (1935) S. 573.
9. Schäfer, Arch. Elektrotechn. 23 (1929) S. 355 u. 366.
10. ETZ 56 (1935) S. 178.
11. Werdenberg, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 23 (1934) S. 10.
12. Buchholz, ETZ 49 (1928) S. 1257.
13. Grünewald, VDE-Fachber. 7 (1935) S. 25.
14. Stauch, ETZ 57 (1936) S. 208.

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernsprecher: 30 06 31. — Postscheckkonto: Berlin 213 12.
Postscheckkonto für Mitgliedsbeiträge: Berlin 1810 00.

Bekanntmachung.

Ausschuß für Hochfrequenztechnik.

Der Ausschuß für Hochfrequenztechnik beabsichtigt den § 13 von VDE 0870 „Leitsätze für Kondensatoren der Rundfunk- und Entstörungstechnik L.R.K.“ wie folgt zu ändern:

„§ 13.

Mit Maschinen und Geräten fabrikmäßig baulich vereinigte Kondensatoren.

Kondensatoren, die mit einer Maschine oder einem Gerät fabrikmäßig baulich vereinigt sind, müssen die Bestimmungen dieser Leitsätze erfüllen und außerdem den an die Maschine oder das Gerät gestellten Prüfbedingungen entsprechend bemessen sein. Sie müssen in eingebautem Zustand den Prüfungen der Maschine oder des Gerätes genügen.“

Begründete Einsprüche gegen diesen Entwurf sind bis zum 1. Juli 1938 an die Geschäftsstelle einzusenden.

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Der Geschäftsführer:
Blendermann

Aus den VDE-Bezirken.

Bezirk Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein E. V.

(Gegründet 1879)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 IV, VDE-Haus.

Fernsprecher: 34 88 85.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Die nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um 18⁰⁰ im Jungingenieurzimmer des VDE-Hauses, Charlottenburg, Bismarckstraße 33, statt. Die Teilnahme ist frei. VDE-Mitgliedschaft ist nicht Bedingung.

Allgemeine Elektrotechnik. Leiter: Dr.-Ing. V. Aigner VDE.

2. 6. 1938 Vortragsreihe: Relais in der Starkstromtechnik. 8. Abend: „Schutz von Generatoren und Transformatoren“, Vortragender: Dipl.-Ing. H. Engelhardt VDE.

Elektrizitätswerke. Leiter: Oberingenieur Dipl.-Ing. B. J. v. d. Kneesebeck VDE.

3. 6. 1938 Vortragsreihe: Berechnung und Bau eines modernen Dampfkraftwerkes. 10. Abend: „Praktische Anwendung des Energiewirtschaftsgesetzes“, Vortragender: Dr. Schoppe.

Hochfrequenztechnik. Leiter: Dr.-Ing. A. Allerding VDE.

9. 6. 1938 „Strom- und Spannungsmessung bei Hochfrequenz“, Vortragender: Obering. Dr.-Ing. O. Zinke VDE.

VDE Bezirk Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein E. V.

Der Geschäftsführer:

Burghoff

Bezirk Hansa.

Über „Elektrische Regeln der Temperatur“ sprach Herr H. O. Meyer am 19. I. 1938. Die wärmetechnische Betriebskontrolle von industriellen Einrichtungen und Anlagen entwickelt sich offensichtlich immer weiter von der rein meßtechnischen Überwachung zur selbsttätigen Regelung. Dies gilt ebenso für kleine Glühöfen wie für große Dampfkesselanlagen. Für den Gang dieser Entwicklung, die noch lange nicht abgeschlossen ist, gibt es eine Reihe von Gründen. Zunächst einmal will man sich unabhängig machen von der Bedienung der Anlagen durch Menschenhand, der selbsttätige Regler arbeitet pausenlos und besitzt eine höhere Ansprechempfindlichkeit, als es im Durchschnitt der Bedienung möglich ist. Die allgemein zu beobachtende Entwicklung wärmetechnischer Anlagen zu außerordentlich elastischen Wärmemaschinen (Bensonkessel!) zwingt zur selbsttätigen Steuerung, ohne die sehr viele Anlagen überhaupt nicht gefahren werden können. Der Vortrag behandelte elektrische Regler, die Steuerung erfolgt also elektrisch, ebenfalls die Messung, sofern eine solche mit der Regelung verbunden ist. Elektrische Regler sind praktisch unabhängig von Entfernungen, in der Übertragung der Meßgröße und des Steuerimpulses treten keine Verzögerungen auf. Handsteuerung durch Druckknopfschaltung ist in einfacher Weise durchführbar. Elektrische Energie steht überall zur Verfügung und schließlich paßt sich die elektrische Regelung den Meß-, Schalt- und Fernsteueranlagen organisch an. Man muß grundsätzlich zwei Regelverfahren unterscheiden, die Auf-Zu-Reglung und die schrittweise, kontinuierliche Regelung. Auf-Zu-Reglung kommt dann in Frage, wenn die zu regelnde Anlage eine gewisse Masse besitzt, etwa Glüh- und Härteöfen mit ihrem verhältnismäßig wärmeträgen Einsatz oder Wohnräume ohne künstliche Belüftung. Bei kleiner Wärmekapazität oder bei Fließen des zu erwärmenden Stoffes ist schrittweise Steuerung erforderlich, so etwa bei ganz kleinen Öfen oder aber bei der Heißdampfkuhlung. Die Auf-Zu-Reglung ist erheblich einfacher und billiger, so daß man danach trachtet, dieses Regelverfahren weitgehend anzuwenden. Die Regelergebnisse lassen sich bei einer Verwendung von Auf-Zu-Reglern unter Umständen erheblich verbessern, wenn man mit Grundlast arbeitet und der Regler nur gewisse Spitzen auszusteuern hat. Man kann oft auf diese Weise mit einem weniger empfindlichen Regler günstigere Ergebnisse erzielen als mit einem hochempfindlichen Regler in reiner Auf- und Zu-Schaltung, wie überhaupt Voraussetzung für gute Regelergebnisse neben der Auswahl eines geeigneten Reglers richtiger Einbau des Temperaturfühlers und richtige Bemessung der Heizleistung sind.

Bei der schrittweisen, kontinuierlichen Regelung besteht die Gefahr von Pendlungen, die durch eine Rückführung unterdrückt werden. Daneben bietet die störungsabhängige Steuerung eine Gewähr dafür, daß auch bei größeren, plötzlichen Abweichungen die Anlage rasch wieder auf den Sollwert kommt. Die Messung als solche erfolgt mit trägheitsarmen Thermoelementen in Sonderausführung, die in besonderer Kompensationschaltung die Temperatur auf den Regler übertragen. Besondere Aufmerksamkeit muß bei der schrittweisen Regelung schließlich noch dem Querschnitt des Drosselorgans gewidmet werden. Eine Bemessung des Ventilquerschnitts nach der Rohrleitung oder eine Schätzung führt nicht zum Ziel, man muß an Hand der Betriebsdaten das Drosselorgan genau so berechnen, wie etwa ein Stauorgan für eine Mengemessung. Wenn diese ganzen Gesichtspunkte beachtet werden, lassen sich auch in schwierigen Fällen einwandfreie Regelergebnisse bei der schrittweisen Steuerung mit Kompensationsregler, Rückführung, Thermoclement und störungsabhängig gesteuertem Ventil erzielen.

Für die Auf-Zu-Reglung gibt es Regler nach dem Ausdehnungsprinzip (Stabregler, Raumregler, Oberflächenregler) und solche mit elektrischem Meßsystem (Kleinregler, Fallbügelregler mit Halteschutz). Für kontinuierliche Regelung ist der Kompensationsregler bestimmt, bei Steuerung nach Zeit-

Temperaturprogramm der Programmregler, beide mit Rückführung. Motorgetriebe gibt es in den verschiedensten Ausführungen je nach dem erforderlichen Drehmoment. Die Ventile besitzen besonders ausgebildete Kegel für logarithmische Mengencharakteristik; falls für größere Durchmesser Drosselklappen verwendet werden sollen, muß die solchen Klappen eigene, gekrümmte Mengenkennlinie durch geeignete Hebelanordnungen abgeflacht werden.

Bezirk Ostsachsen.

Über Erfahrungen mit fernsignalisierten Gleichrichterwerken sprach am 29. 3. Herr E. Eckert. Die Berliner Kraft- und Licht- (Bewag) Aktiengesellschaft betreibt zur Zeit 18 Gleichrichterwerke und zwar 9 Eisen- und 9 Glasgleichrichterwerke. Sämtliche Werke liegen in den Außenbezirken der Reichshauptstadt und speisen die Straßenbahn- und Obusstrecken der Berliner Verkehrs-Betriebe (BVG). Schlecht belastete Werke an Ausläuferstrecken zwingen zum bedienungslosen Betrieb, um eine Rentabilität zu ermöglichen. Die Bestrebungen nach Verbilligung des Bahnstromes machen gleiche Maßnahmen auch bei größeren Werken notwendig. Der Ersatz von Fachkräften durch „denkende“ Maschinen und Apparate ist bei dem heutigen Mangel an geeigneten Facharbeitern auch

volkswirtschaftlich notwendig. Bei der Bewag ist daher vorgesehen, Bahngleichrichterwerke bis etwa 3000 kW Leistung ohne Besetzung zu betreiben. Hierbei gibt es zwei Möglichkeiten des Betriebes: Fernsteuerung und Vollautomatik. Die Bewag hat sich zur Automatisierung der Gleichrichterwerke und zur Fernüberwachung von einer Zentralstelle aus entschlossen. Entscheidend für diese Wahl war die Tatsache, daß eine Reihe von Werken mit einer Automatik schon von Anfang an ausgestattet war. Die Werke wurden zuerst provisorisch über mehrere Fernmeldeadern und Fallklappen überwacht. Folgende Signale wurden übertragen: „Gleichrichter gestört“, „Gleichspannung fehlt“ und „Streckenschalter aus“. Hierbei konnte von der Überwachungsstelle auch die Wiedereinschaltvorrichtung der Streckenschalter deblockiert werden. Ein anderes System, bei dem bei Schaltänderungen im überwachten Werk Widerstände in die Signalschleife geschaltet werden und der Zeiger eines Anzeigergerätes in der Überwachungsstelle auf ein entsprechend beschriftetes Feld einspielt, wurde ebenfalls benutzt. Diese Systeme sind z. T. schon durch Fernwirkanlagen, die mit Synchronwähler arbeiten, ersetzt worden. Die Betriebserfahrungen damit sind sehr gut, denn die Störanfälligkeit ist außerordentlich klein. Bei der Planung derartiger Anlagen ist, insbesondere bei schnellen Schaltzustandsänderungen (Wiedereinschaltungen), die Übertragungszeit zu berücksichtigen.

VERSCHIEDENES.

BUCHBESPRECHUNGEN.

629. 13

Gesammelte Vorträge der Hauptversammlung 1937 der Lilienthal-Gesellschaft für Luftfahrtforschung. Mit zahlr. Abb. u. 367 S. im Format A 4. Verlag von E. S. Mittler & Sohn, Berlin 1938. Preis kart. 18 RM.

Die von berufenen Persönlichkeiten des In- und Auslandes behandelten Aufgaben und Probleme der Luftfahrtforschung und Luftfahrttechnik und der mit ihnen verbundenen Gebiete der allgemeinen Technik, die Gegenstand der Vorträge der Hauptversammlung 1937 der Lilienthalgesellschaft für Luftfahrtforschung waren, sind in vorliegender Form geschlossen der Öffentlichkeit unterbreitet worden. Die Lilienthalgesellschaft hat sich mit dieser Veröffentlichung ein Verdienst erworben, da jeder, gleich, ob er sich für Flugzeugbau, Flugmotorenbau oder Flugfunkwesen interessiert, hier willkommene Übersichten und — besonders in den Fachvorträgen — wertvolle Einzelheiten vorfindet.

Es muß verzichtet werden, auf die einzelnen Vorträge im Rahmen dieser Besprechung einzugehen, da allein 9 allgemeine Vorträge, 3 Gemeinschaftsvorträge, 17 Fachvorträge wiedergegeben worden sind. Daß die Vortragenden sich der Mühe unterzogen haben, ihre Ausführungen für die Drucklegung nochmals zu überarbeiten und zum Teil wesentlich auszugestalten, erhöht nur den Wert des Bandes, wie auch die Tatsache, daß die Vorträge der ausländischen Gäste in ihrer Muttersprache und in vollendeter deutscher Übersetzung wiedergegeben worden sind. Die zahlreichen Abbildungen beleben und ergänzen den Stoff auf das Beste. Es ist daher bedauerlich, daß diese Berichtsammlung im Interesse der breitesten Fachöffentlichkeit nicht noch preiswerter, als sie es schon gemessen an Aufwand und Ausstattung ist, in den Handel gebracht werden konnte.
H. J. Zetzmann VDE.

EINGÄNGE.

[Ausführliche Besprechung vorbehalten.]

Bücher.

Mikrophone. Anleitung zum Aufbau und Umgang mit Mikrofonen. Von Ing. O. Kappelmayer. Mit 103 Abb., 10 Tab. u. 136 S. im Format 135 × 200 mm. Verlag Deutsch-Literar. Institut J. Schneider, Berlin 1938. Preis kart. 3 RM, geb. 4,20 RM.

[Das Buch behandelt den Aufbau, die Leistung und die Leistungsgrenzen der heute für Übertragungsanlagen und Bastierzwecke gebräuchlichen Mikrophone nebst den dazugehörigen Verstärkern. Da das erfolgreiche Arbeiten mit Mikrofonen den Rundfunkliebhaber zwingt, sich weitgehend mit der Raumakustik vertraut zu machen, hat der Verfasser diesen Fragen einen möglichst breiten Raum gewidmet.]

Energierecht. Ein Grundriß der Grundfragen. Von Prof. Dr. F. List. Mit VII u. 156 S. im Format 140 × 210 mm. Verlag Julius Springer, Berlin 1938. Preis kart. 6,60 RM, geb. 8 RM.

[Der Verfasser hat es sich in dem Büchlein zur Aufgabe gemacht, die Grundfragen des deutschen Energierechts vom gemeinnützigen Rechtsstandpunkt aus zu behandeln. Er wendet sich dabei in erster Linie an den Juristen. Dem Buch sind in einem Anhang das Gesetz zur Förderung der Energiewirtschaft und dessen Durchführungsverordnungen beigegeben.]

Grimschls Lehrbuch der Physik. Zum Gebrauch beim Unterricht neben akademischen Vorlesungen und zum Selbststudium. Neubearb. v. Prof. Dr. R. Tomaschek. 1. Bd.: Mechanik, Wärmelehre, Akustik. 9. Aufl. Mit 740 Abb., VII u. 674 S. im Format 165 × 230 mm. Verlag von B. G. Teubner, Leipzig und Berlin 1936. Preis geb. 19,80 RM.

Die Korrosion metallischer Werkstoffe. Herausg. unter Mitwirkung zahlr. Fachgenossen von Prof. Dr.-Ing. E. h. O. Bauer †, Prof. Dr. O. Kröhnke und Prof. Dr. G. Masing. Bd. 2: Die Korrosion von Nichteisenmetallen und deren Legierungen. Mit 409 Abb., XXX u. 901 S. im Format B 5. Verlag von S. Hirzel, Leipzig 1938. Preis geh. 66,50 RM, geb. 69 RM.

Berichtigung.

In dem Bericht des Verbandes Deutscher Elektrotechniker „Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit“ in der ETZ H. 20, S. 514, ist als Mitarbeiter Herr R. Truschka nachzutragen.

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:

- Obering. Dipl.-Ing. W. Kaufmann VDE, Berlin-Siemensstadt, Im Heidewinkel 10b.
Regierungsbaumeister a. D. Dr.-Ing. H. Kother VDE, Berlin-Siemensstadt, Goebelstr. 117.
Dipl.-Ing. G. Paschke VDE, Berlin-Siemensstadt, Goebelstr. 10.
Dipl.-Ing. A. Schau, Berlin-Charlottenburg, Reichsstr. 79.
Prof. Dr. F. Schröter, Berlin-Lichterfelde-West, Paulinenstr. 16.
Direktor Dr.-Ing. E. Schulz, Berlin W 15, Düsseldorf Str. 19-20.
Prof. Dr.-Ing. habil. H. Schwenkhagen VDE, Danzig-Langfuhr, Blumenstr. 8.
Dr.-Ing. O. Zinke VDE, Berlin NW 87, Siegmundshof 21.

Abschluß des Heftes: 27. Mai 1938.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE

Zuschriften sind nicht an eine persönliche Anschrift zu richten, sondern nur an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und nur mit Genehmigung des Verfassers und der Wissenschaftlichen Leitung der ETZ gestattet.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894
Herausgegeben vom Verband Deutscher Elektrotechniker E.V.

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

59. Jahrgang

Berlin, 9. Juni 1938

Heft 23

Leistungsschalter und Leistungstrennschalter beim Schalten im Prüffeld und im Betrieb.

Von Georg Hameister VDE, Berlin.

Übersicht. Über die Erfahrungen der Berliner Kraft- und Licht (Bewag)-Aktiengesellschaft mit Ölschaltern sowie ölarmen und öllosen Schaltern wird berichtet*).

A. Beanspruchung und Verhalten der Schalter im Betrieb.

Kurzschlüsse sind die schwerwiegendste Gefahrenquelle großstädtischer Kabelnetze und bedingen eine sorgfältige Überwachung der vornehmlich zu ihrer Beherrschung bestimmten Betriebsmittel, der Leistungsschalter. Schalterversager sind zwar im Vergleich zur Zahl der eingebauten Leistungsschalter außerordentlich selten; diese erfreuliche Tatsache ist aber bisher weniger ihrem ausreichenden Schaltvermögen als der geringen Zahl von Kurzschlußfällen zu verdanken.

621. 316. 545 + . 57. 001. 4 : . 004. 13
schalter in dem achtjährigen Normalbetrieb durch Fehler an den Durchführungsisolatoren, am Schaltgestänge, am Antrieb u. a. entgegenzustellen sind.

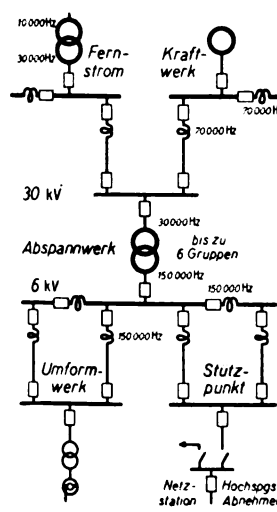
Die ölarmen und öllosen Schalter zeigten vereinzelt bei anderen Gelegenheiten im Betriebe unliebsame Eigenschaften, die manchmal ihre Klärung in der unzulänglichen Gestaltung der Erstlingsausführungen fanden.

Solche Vorkommnisse und das Versagen der Ölschalter bei verhältnismäßig kleinen Abschaltleistungen lösten Besorgnisse aus. Sie führten zu eigenen Nachprüfungen, ob die Schalter den in Abb. 1 angegebenen Beanspruchungen im Bewag-Netz hinsichtlich Abschaltleistung und Frequenz der wiederkehrenden Spannung standhalten. Außerdem wurde selbstverständlich dem mechanischen Aufbau der Schalter und gelegentlich ihrem Verhalten beim Abschalten leerlaufender Umspanner und Kabel entsprechende Beachtung gewidmet. Die Prüfungen erstreckten sich auf Schalter für alle in Abb. 1 eingetragenen Verwendungsstellen außer auf Umspanner- und Kuppelschalter in Kraftwerken, hauptsächlich aber wegen ihres zahlenmäßigen Anteils auf Leistungsschalter für Netz- und Abnehmerstationen. Ferner wurden kleine Leistungstrennschalter geprüft, die vornehmlich in den an die Stützpunkte angeschlossenen, offen betriebenen Ringkabeln verwendet werden.

B. Prüfung der Schalter durch Versuche im Netz und im Prüffeld.

Die Schalterprüfungen fanden anfangs nur am Netz statt. Abb. 2 enthält die 30 kV-Schaltung für die Prüfung von zwei Expansionsschaltern, eines anderen Wasserschalters, eines Preßluft- und eines Ölschalters. Für Netzversuche mit 6 kV-Schaltgeräten wurde ebenfalls eine dem Netzaufbau entsprechende Schaltung gewählt.

Der beträchtliche Aufwand für derartige Netzversuche und die bei ihnen stets erforderliche Rücksichtnahme auf den Betrieb gaben Anlaß, ein Leistungsprüffeld zu bauen, welches das Netz von allen Prüfungen mit einem Leistungsaufwand unter etwa 150 MVA entlasten soll. Hierunter fällt nach Abb. 1 die große Zahl der Leistungsschalter und Leistungstrennschalter für das 6 kV-Verteilungsnetz. Abb. 3 enthält das einfache Schaltbild für 6 kV-Versuche im Leistungsprüffeld. Der Prüf-generator entstammt einem ehemaligen Kraftwerk; er ist eine Synchronmaschine mit einer Nennleistung von 22,5 MVA bei 6000 V und $\cos \varphi = 0,8$ mit 1000 U/min und wird von einem 2500 kW-Drehstrommotor angetrieben. Der Generator besitzt eine recht hohe Streuung und kann daher selbst bei Stoßerregung im Klemmenkurzschluß



Ausschaltleistung bei einem Maschineneinsatz von		kleinste Ausschaltzeit s	Schalterauswahl MVA
1300 MVA bis zu 1300 MVA	650 MVA bis zu 650 MVA		
1100	800	0,6	rd. 1000
1100	800	3,0	rd. 1000
1100	800	0,8	550 ... 750
250	230	0,8	300
300	330	0,6	300
270	250	0,6	300
270	250	1,0	300
270	250	1,0	300
53	52	1,0	150
106	104	1,6	150
106	104	0,9	200 A ind., 10 A kap., 25 000 A Ein, 12 000 A Aus

Abb. 1. Schalterbeanspruchung und -auswahl im Bewag-Netz.

Das Bewag-Netz in seiner heutigen, seit Beginn des Jahres 1929 bestehenden Form enthält rd. 8000 Leistungsschalter. In den vergangenen acht Jahren waren 178 zwei- und dreipolige Kurzschlüsse abzuschalten¹⁾. Hierbei versagten in den Bewag-eigenen Anlagen 21 Schalter, in acht Fällen mit anschließender Explosion, und zwar ausnahmslos Ölschalter. Es verdient ganz besondere Erwähnung, daß den 21 Schalterversagern bei den seltenen Kurzschlußabschaltungen nur rd. 16 Versager der 8000 Öl-

* Nach einem Vortrag, gehalten vor dem VDE-Bezirk Berlin-Brandenburg am 7. 12. 1937 (Fachgebiet „Hochspannungsgeräte“).

¹⁾ Im Bewag-Netz hat in einem Zeitraum von 10 Jahren nur etwa jeder 30. Leistungsschalter einen Kurzschluß abzuschalten.

von 0,1 s Dauer nur etwa 120 MVA bei 6 kV bis höchstens 150 MVA liefern. Zur Strombegrenzung auf kleinere Leistungen dienen Drosselspulen, deren eine im Hinblick auf die Schaltbedingungen in einigen Umspannwerken

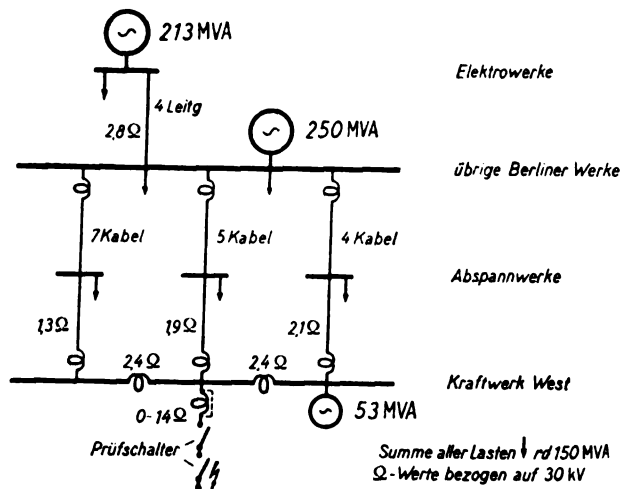


Abb. 2. Kurzschlußprüfung der 30 kV-Expansionsschalter am 19. 3. 1933.

über Leitungen von nur etwa 5 m Länge mit dem Prüfling verbunden wird. Die Prüfbedingungen lassen sich durch den Anschluß von ein oder zwei Drehstrom-Kabelstücken von je rd. 50 m Länge etwas mildern.

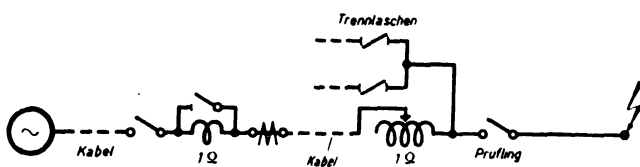


Abb. 3. 6 kV-Versuchsschaltung im Leistungsprüfstand der Bewag.

C. Das Verhalten verschiedener Schalter bei der Prüfung.

Im Laufe der Jahre wurden für den eigenen Betrieb der Bewag Erzeugnisse von zwölf deutschen Herstellern von Hochspannungsschaltern geprüft. Viele Prüflinge mußten als „ungeeignet“ bezeichnet werden, meistens wegen zu niedriger oder zu unsicherer Ausschaltfähigkeit im Kurzschluß. Zu ihrer Ehrenrettung sei gesagt, daß diesem Urteil die besonderen Anforderungen des Bewag-Netzes und die absichtlich scharf gewählten Beanspruchungen in den Netz- bzw. Prüffeldversuchen zugrundeliegen. Wie schwer die Ölschalterprüfungen gewesen sind, geht schon daraus hervor, daß bei den Kurzschlußabschaltungen im Betriebe etwa jeder neunte Ölschalter, im Prüffeld aber über die Hälfte versagte.

1. Ölschalter.

Manche Ölschalter wurden zu einer Nachprüfung dem Betriebe entnommen. Es handelte sich meistens um Ölschalter mit offenen Kontakten für 6 kV, von denen man an ihrem Verwendungsort ein Ausschaltvermögen bis zu etwa 200 MVA verlangte. Das ungenügende Prüfergebn forderte zu einer kritischen Stellungnahme gegenüber dem Ölschalter heraus.

Wenig oder gar nicht befriedigendes Schaltvermögen äußert sich bei dem Ölschalter durch starken Auswurf von Öl und Ölqualm aus Deckelfuge und Auspuffrohren, durch Ausbeulen der Kesselwände, Einknicken von Streben und vor allem durch Aufreißen einer Schweißnaht mit nachfolgendem Ölaustritt. Zuweilen entzündeten sich der Ölqualm oder das herausfließende Öl. Außer diesen schwereren Erscheinungen beobachtet man bei manchen Schaltern ziemlich heftiges Springen bei den Abschaltungen. Dies hat bei einem Betriebskurzschluß zum Abreißen der Leitungen zwischen Öl- und Trennschalter ge-

führt; man sollte dem Schalter vielleicht durch entsprechende Leitungsverlegung Bewegungsfreiheit geben.

Das Maß der Auswirkungen bzw. Zerstörungen hängt vornehmlich von der Lichtbogendauer ab²⁾. Es ist ein Merkmal der Ölschalter, insbesondere bei schwächeren Bauarten und bei hohen Einschwingfrequenzen der wiederkehrenden Spannung, daß die Lichtbogendauer unter völlig gleichen Schaltbedingungen ganz beträchtlich schwanken kann. Immerhin ließ sich nach Abb. 4 eine recht klare Abhängigkeit der Lichtbogendauer verschiedener Schalter von der Ausschaltleistung bestimmen. Das Bild enthält Kurven für Ölschalter mit verschiedener Gesamtbewertung. Man erkennt, daß die Lichtbogendauer im allgemeinen mit zunehmender Leistung abnimmt, wie es Schaltern mit selbsterzeugter Löschröhrung entspricht. Man kann weiter der Darstellung entnehmen, daß Lichtbogenzeiten über 40 bis 50 ms bei für den Prüfling hohen Ausschaltleistungen bedenklich sind.

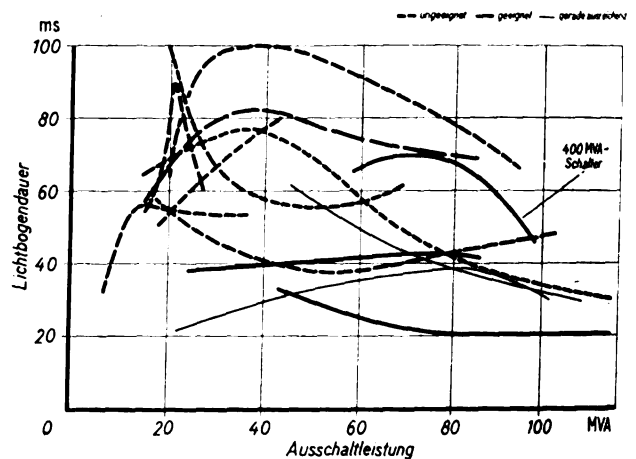


Abb. 4. Lichtbogendauer und Ausschaltleistung bei 6 kV-Ölschaltern mit offenen Kontakten.

Ebenso unregelmäßig wie die Lichtbogendauer jedes einzelnen Schalters und der Ölschalter insgesamt nach Abb. 4 und ebenso unsicher und verschwommen wie die zulässigen Grenzen für die Lichtbogendauer sind, ist häufig auch das Schaltvermögen der Ölschalter. Man kann bei manchem älteren Ölschalter im Zweifel sein, ob man ihm beispielsweise ein Ausschaltvermögen von 20 oder 40 MVA zuschreiben darf. Dies liegt sicher zum Teil an Zufälligkeiten in den Löschröhrbedingungen. Die unsichere Beurteilung des Schaltvermögens kann aber auch dadurch erklärt werden, daß ein ausgesprochen starker Abfall der Lichtbogendauer mit steigender Abschaltleistung schuld ist, weil dann im gesamten Schaltleistungsbereich ähnliche Lichtbogenenergien frei werden. Jedenfalls ist die Lichtbogendauer zuverlässiger und guter Schalter nach Abb. 4 und insbesondere nach einem späteren Bild für öllöse und ölarmer Schalter weniger veränderlich.

Für einen Betriebsingenieur wäre es von Nutzen, auf äußere Anzeichen zweifelhafter Ölschalter hingewiesen zu werden, damit er sich ohne Kurzschlußversuche ein ungefähres Bild über die Brauchbarkeit seiner Ölschalter machen kann. Solche Richtlinien lassen die bisherigen Versuche nicht zu. Gewisse Rückschlüsse kann man aus dem Baujahr eines Schalters ziehen. Das Schaltvermögen der Vorkriegsschalter ist durchweg nicht aufgestempelt und ziemlich fragwürdig. Sie leisteten im 6 kV-Prüffeld ganz überschlägig den vierten Teil eines guten neuen Ölschalters von ähnlichem Maß und Gewicht. Etwas günstiger liegen die Verhältnisse bei den Schaltern des vorigen Jahrzehnts. Die Abmessungen dieser Schalter sind manchmal recht ungefüge³⁾. Ihr Ausschaltvermögen

²⁾ Biermanns, Hochleistungsschalter ohne Öl, ETZ 50 (1929) S. 1073.

³⁾ Der Ölnhalt der Kessel kann über fünfmal größer als bei einem neuen Ölschalter gleicher Leistung und Spannung sein.

im Prüffeld betrug in einigen Fällen etwa die Hälfte des aufgestempelten Wertes.

Zweifelloos ist ein runder oder allenfalls ovaler Kessel mit nach unten gewölbtem Boden anderen Kesselformen in der Bewältigung des Innendrucks beträchtlich überlegen. Auch sind ausreichende und richtig angeordnete Auspufföffnungen zur Druckentlastung von großer Bedeutung. Doch führten eine Erleichterung des Austretens von Schaltgasen wie auch ein Versteifen der Kesselwände nur zu bescheidenen Erfolgen. Die Schweißnähte bleiben ohnehin das Sorgenkind. Allein bei den zehn Ölschalterprüfungen des letzten Jahres ist in vier Fällen eine Schweißnaht gerissen, darunter bei zwei neuen Schaltern.

Der Kernpunkt der Ölschalterfrage ist nicht die Beherrschung des großen Innendrucks, sondern seine Verminderung durch Verkürzen der Lichtbogendauer. Diese hängt weniger von der Form der Kontakte, dem Kontaktabstand, dem Isolationszustand des Öles und kaum von der Kesselgröße, dagegen erheblich von der Ausschaltgeschwindigkeit ab. Beispielsweise schaltete ein Ölschalter aus dem Jahre 1925 mit 2,3 mm starken Ausschaltfedern im Prüffeld etwa 15 MVA gerade noch ab. Die Ausschaltgeschwindigkeit betrug bei der Lichtbogenlöschung etwa 1,2 m/s. Mit 3 mm starken Ausschaltfedern und einer Ausschaltgeschwindigkeit von 1,7 m/s bewältigte der Schalter 15 MVA merklich leichter, und er hielt bis zu 75 MVA stand. Ältere Ölschalter des vorliegenden Spannungs- und Leistungsbereichs weisen anscheinend im allgemeinen Geschwindigkeiten um 1,2 bis 1,5 m/s auf. Man sollte vielleicht die Ausschaltgeschwindigkeit auf einen durch die Abschaltleistung möglichst wenig beeinflussten Wert von überschlägig 2 m/s während der Lichtbogenzeit erhöhen. Leider lassen sich aber die Ausschaltfedern meistens mit Rücksicht auf den Einschaltmagneten und das Prellen des Schaltgestänges nicht so weit verstärken. Neben der Ausschaltgeschwindigkeit liegen außerdem sicher noch andere wesentliche Einflüsse vor. Versuche haben gezeigt, daß sich das Schaltvermögen der alten Schalter durch Einbau von zweckentsprechenden Löschkammern erhöhen läßt.

2. Öllose und ölarme Schalter.

Die eingangs genannten Betriebsausfälle des Ölschalters bewiesen eine bedenklich kleine Kurzschlußfestigkeit, hingegen dank seines einfachen Aufbaus eine hohe Sicherheit im normalen Betrieb. Der Verlust einiger Schalter durch die seltenen Kurzschlüsse wäre an sich unbeachtlich, die Rückwirkung der Explosionen, der Ölbrände und der Verqualmung auf die Gesamtanlagen ist aber derart unerwünscht, daß öllose und ölarne Leistungsschalter und Leistungstrennschalter trotz ihrer ziemlich hohen Anschaffungskosten bei den niedrigeren Spannungen in den 30- und 6 kV-Anlagen der Bewag eingesetzt wurden.

Man muß wohl den neueren Schaltern bei einem technischen Vergleich mit dem Ölschalter dessen lange Entwicklungszeit zugute halten. Hierauf wird eine Reihe von sich häufig wiederholenden Mängeln zurückzuführen sein, deren Abstellung notwendig ist, wenn man das zuverlässige Betriebsverhalten der Ölschalter erreichen will. Bei vielen kleinen Leistungstrennschaltern sind vor allem zu beanstanden: ungenaue und unsichere Traversen- und Kontaktführung, das in Anbetracht der geringen vorhandenen Mengen bedenkliche Ausspritzen von Löschflüssigkeit, das häufig weder durch Abstreifscheiben noch durch Klappen verhindert wird; gelegentlich mangelnde Ventildichtheit, das Stehenbleiben der Kontaktstifte von Flüssigkeitsschaltern zwischen „Ein-“ und „Aus“-Stellung und überhaupt die Möglichkeit hierzu; vereinzelt das Fehlen von Ausschaltfedern. Die neuen Schalterarten halten im allgemeinen nicht so lange Lichtbogenzeiten wie die Ölschalter aus. Die Ausschaltgeschwindigkeit darf sich daher noch weniger als beim Ölschalter ungewollt verkleinern, sei es durch Klemmen der beweglichen Teile infolge schlechter Führung, durch den Abbrand der Kontakte, den Einfluß der Umgebungstemperatur oder rasche

Aufeinanderfolge von Ein- und Ausschaltung. Jeder einzelne Punkt hat seine betrieblichen Auswirkungen bzw. seinen Einfluß auf die Lichtbogendauer und das Schaltvermögen nachdrücklich bewiesen, wenn hier auch auf eine Darlegung jedes einzelnen Tatbestandes in Anbetracht der großen Zahl der geprüften Bauarten verzichtet werden muß. Jeder der genannten Mängel läßt sich aber auch vermeiden, wie viele Prüflinge, erfreulicherweise gerade solche für höhere Leistungen, gezeigt haben.

Das Kurzschluß-Ein- und -Ausschaltvermögen der größeren neueren Schalter reicht im allgemeinen aus, weil sie überwiegend auf Grund von Schaltleistungsprüfungen entwickelt worden sind. Nur bei manchen kleinen Leistungstrennschaltern liegt es noch ziemlich im argen. Es hat sich gezeigt, daß einige Leistungstrennschalter mit einem aufgestempelten Schaltvermögen in Höhe ihres Nennstromes oder gar eines Vielfachen davon ihren Nennstrom von beispielsweise 200 A⁴⁾ nicht oder nur mit Mühe unterbrechen können.

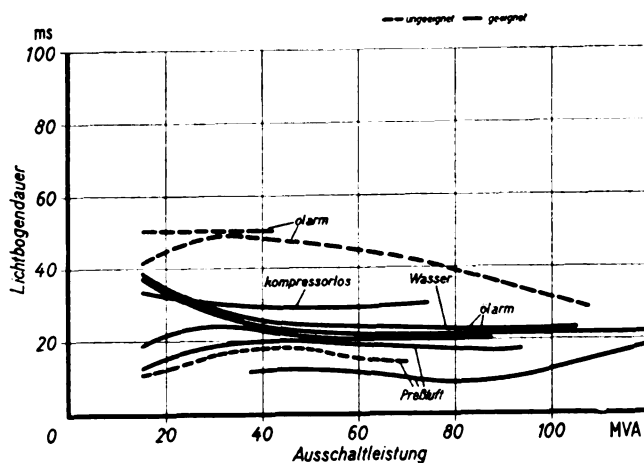


Abb. 5. Lichtbogendauer und Ausschaltleistung bei öllosen und ölarmen 6 kV-Schaltern.

Das Schaltvermögen läßt sich sicherer als bei Ölschaltern angeben. Die Lichtbogendauer hält sich nach Abb. 5 trotz der Verschiedenartigkeit der neuen Bauarten in engeren Grenzen als beim Ölschalter.

3. Besondere Beobachtungen beim Verhalten der Schalter.

Die ölarmen und öllosen Schalter sind geschaffen worden, um die schweren Explosionen und vor allem die großen Ölbrände, die Verrußung und Verqualmung der Anlagen durch das gelegentliche Versagen der Ölschalter einzuschränken und, wenn möglich, zu vermeiden. Versuche, bei denen das Schaltvermögen der Prüflinge überschritten wurde, haben bewiesen, daß die neuen Schalterarten ihren Aufgaben gerecht werden.

Die ölarmen Schalter verändern durch ihre stark verringerte Ölmenge nicht die Art, sondern vermindern nur den Umfang der Schäden. Hierzu ist es wichtig, den Ölgehalt der Schaltkammern so klein wie möglich zu halten. Bei Wasser- und Luftschaltern fällt der gefürchtete Ölbrand mit dem Verqualmen und Verrußen der Anlage fort.

Insgesamt betrachtet, zeigt das mechanische Verhalten der öllosen und der ölarmen Schalter, daß sie dem Ölschalter sowohl beim Abschalten als auch beim Nichtabschalten von Kurzschlüssen vorzuziehen sind und daß sie überall ein gutes Betriebsverhalten versprechen werden. Voraussetzung hierfür ist, daß ihre bei manchen Erzeugnissen noch vorhandenen Ausführungsmängel behoben werden.

In den bisherigen Versuchen erlosch der Lichtbogen bei sämtlichen Schalterarten, selbst bei Preßluftschaltern

⁴⁾ Bei der Prüfung kleiner Leistungstrennschalter $\cos \varphi \approx 0,4$.

mit ihrer kurzen, auf einen bestimmten Kontaktabstand festgelegten Lichtbogendauer, meistens zuerst in dem Schalterpol mit dem jeweils größten Gleichstromglied.

Die neuen R.E.H.⁵⁾ schreiben Leistungsschaltern bei Betriebsspannungen, die erheblich unter ihrer Reihenspannung liegen, einen von der Spannung unabhängigen

⁵⁾ VDE 0670/1937.

Grenzausschaltstrom zu, bei dessen Überschreitung der Schalter versagt. Diese Stromgrenze findet bis jetzt keine rechte Stütze. Ein Preßluftschalter mit 100 MVA bei 10 kV und einem angegebenen Grenzstrom von rd. 6000 A schaltete bei 6 kV 7800 A, bei 3 kV 11 500 A ab. Ähnliche Verhältnisse wurden auch bei anderen Schaltern festgestellt, so daß der Begriff „Grenzausschaltstrom“ reichlich unscharf erscheint. (Schluß folgt.)

Wirkungsweise und Bauformen elektrisch beheizter Durchlauföfen.

Von A. Schau, Berlin.

(Schluß von S. 580.)

Banddurchziehöfen.

Als nächstes soll die Wirkungsweise von Banddurchziehöfen betrachtet werden. Wo es sich um das Härten von Bandstahl, Vergüten austenitischer Stahlbänder oder das Glühen von Messingbändern handelt, liegen die Dinge vergleichsweise einfach, da diese Bänder den Ofen mit ihrer vollen Temperatur verlassen. Hier braucht man also nur nach den eingangs erwähnten Richtlinien die Anwärmezeit zu berechnen. Temperaturverlauf im Ofen und Ofengröße sind dann ohne weiteres gegeben.

Beim Glühen oder Normalisieren von Eisenbändern im Durchlaufofen besteht nicht die Möglichkeit einer raschen Abkühlung, z. B. in Flüssigkeiten. Die Abkühlung muß aber unter Schutzgas erfolgen, weshalb an einen Durchziehofen (Abb. 6) eine Kühlzone anzugliedern

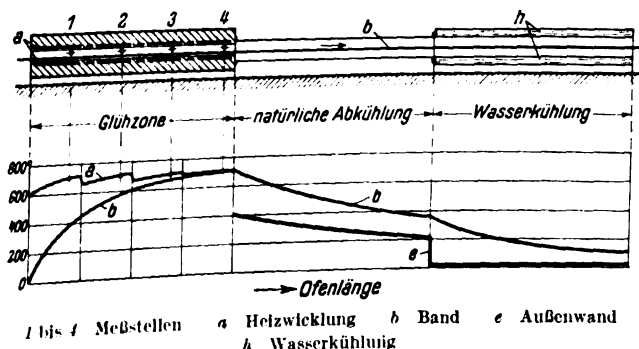


Abb. 6. Banddurchziehofen, Temperaturverlauf.

ist, die je nach dem gewünschten Abkühlungsverlauf mit künstlicher Kühlung durch Kühlrohre, Kühlmantel oder Gasumlauf ausgerüstet wird. Der günstigste Verlauf der Abkühlung, ob mit oder ohne Halte- bzw. Nachglühzone beim Normalisieren, ist noch Diskussionsgegenstand der Metallurgen. Diese Frage ist jedenfalls sowohl vom Ausgangswerkstoff als auch von den geforderten Eigenschaften des geglühten Bandes abhängig. Für den Ofenkonstrukteur besteht die Aufgabe, für ein bestimmtes Band und einen bestimmten Durchsatz den Temperaturverlauf beim Abkühlen zu ermitteln bzw. in gewünschter Form herbeizuführen. Die Austrittstemperatur wird bei blanken Eisenbändern nicht über 120 bis 150° betragen dürfen. Das Bild ist selbstverständlich nur als Beispiel und keinesfalls als Norm zu betrachten. Je nach Verwendungszweck wird der gezeichnete Temperaturverlauf zu ändern sein.

Im gezeigten Schema wird für die erste Kühlzone kein Hilfsmittel zur Beschleunigung der Wärmeabfuhr an-

gewandt. Die Bestimmung des Temperaturverlaufs muß hier, da die Strahlung maßgebend beteiligt ist, abschnittsweise durchgeführt werden. In jedem Abschnitt ist die Wärmeabgabe des Bandes an die umgebende Wand gleich der Wärmeabgabe der Wand an die Außenluft. Strahlung und freie Konvektion sind in beiden Stufen nach den bekannten Grundlagen gegeben. Bei der Kühlzone mit Wassermantel liegen die Verhältnisse insofern noch einfacher, als jetzt nur mehr die innere Wärmeabgabe zu berücksichtigen ist, da die Temperatur des Kühlmantels praktisch gleich bleibt.

Eine bemerkenswerte Anordnung zum Blankglühen von Bändern im Durchlauf stellt der Turmofen dar (Abb. 7), weil er durch Wärmeaustausch zwischen heißem

absteigenden und kaltem aufsteigenden Band eine Wärmerückgewinnung in erheblichem Ausmaß ermöglicht¹⁾. Der Ofen besteht aus einer Ausgleichzone, in welcher das auf- und absteigende Band in geringem Abstand entsprechend dem Rollendurchmesser aneinander vorbeigeführt werden, und einer Heizzone, die mit Zwischenwand oder Innenheizer ausgeführt sein kann. Der Temperaturengleich ist, wenn man von Wandverlusten absieht, um so vollkommener, je länger die Ausgleichzone ist. Der praktisch ausführbaren Höhe des Ofens sind Grenzen gezogen. Über 20 bis 25 m Höhe wird man aus baulichen Gründen nicht gern hinausgehen, wenn auch durch weitere Steigerung



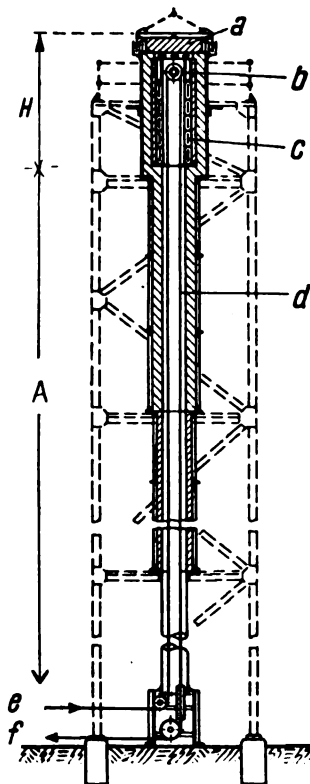
Abb. 7. Turmofen, Ansicht.

die Vorwärmung und damit der Ofenwirkungsgrad noch verbessert würden. Die zulässige Beanspruchung des heißen Bandes würde eine noch wesentlich größere Ofenhöhe zulassen. Wenn auch bei Temperaturen um 900° bei Eisenbändern nicht mehr von Festigkeit gesprochen werden kann, so reicht doch die kurze Zeit der Beanspruchung nicht aus, um eine störende Verformung her-

¹⁾ Vgl. a. A. Schau, VDE-Fachber. 10 (1938) Bericht B1114.

vorzurufen. Dagegen tritt bei wellig gewalzten Bändern eine nützliche Streckung und Ausrichtung ein.

Die Vollkommenheit des Wärmeaustausches zwischen heißem und kaltem Band ist für den Energieverbrauch von größter Bedeutung, welchem Umstand durch künstliche Gasumwälzung Rechnung getragen wird. Die Umwälzung kann sowohl mit nur einem Gebläse in der Längsrichtung als auch zonenweise mit mehreren Gebläsen in der Querrichtung erfolgen. Durch diese Maßnahmen gelingt es, den Energieverbrauch auf die Hälfte des für die Erwärmung des Bandes auf Glüh-temperatur nötigen theoretischen Verbrauchs zu senken. Auch bei Teildurchsatz, d. h. unvollkommener Ausnutzung des Ofens, bleibt der Verbrauch unterhalb des besagten theoretischen Wertes.



A Ausgleichzone
H Heizzone
a abhebbare Decke
b Umlenkrolle
c Heizeinrichtung
d Band
e Einlauf
f Auslauf

Abb. 7a. Turmofen, Schnittbild.

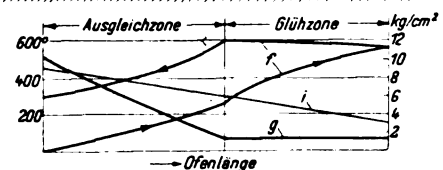
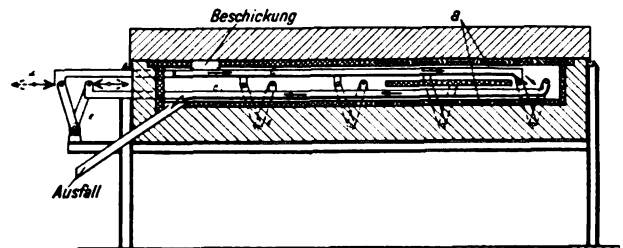
3. Durchlauföfen für Kleinteile.

Ein besonders großes Anwendungsgebiet für Durchlauföfen ist die Wärmebehandlung von Kleinteilen. Die Zahl der in dieses Gebiet fallenden Aufgaben ist sehr groß, und dementsprechend zahlreich sind auch die heute schon durchgebildeten Lösungen. Es soll hier keine Einteilung gebracht werden, die nach vielerlei Gesichtspunkten erfolgen könnte, sondern nur einige Beispiele. Allgemein kann gesagt werden, daß die Berechnung der Anwär- bzw. Durchlaufzeit bei Kleinteilen mehr auf Erfahrungswerten als physikalischer Überlegung beruht, weil es sich in der Regel um geschichtetes Gut handelt. Wo Erfahrungswerte fehlen, müssen vereinfachende Annahmen getroffen werden, um eine Rechnung zu ermöglichen. Am häufigsten besteht die Aufgabe darin, daß das Glühgut den Ofen mit einer bestimmten Temperatur verlassen muß (beim Härten von Kleinteilen, Erwärmen von Preßrohlings u. dgl.). Für diese Zwecke kommen Öfen ohne Wärmerückgewinnung in Betracht, die in wärmetechnischer Hinsicht weniger bemerkenswert erscheinen, dafür aber im konstruktiven Aufbau und in der Vielartigkeit der Fortbewegung des Glühgutes um so interessanter sind. Wo grundsätzlich die Möglichkeit besteht, durch Wärmerückgewinnung an Stromkosten zu sparen, sollte hiervon Gebrauch gemacht werden, doch muß erst untersucht werden, ob Menge und Stetigkeit des Durchsatzes ausreichen und ob die zu erwartenden Ersparnisse die etwas höheren Anlagekosten rechtfertigen. Da dem eigentlichen Ofen eine besondere Ausgleichzone stets anzugliedern ist, erhöht sich der Ofeninhalt meistens bedeutend, was bei häufigem Wechsel der Glühware dann lästig ist, wenn der Ofen erst auslaufen muß.

Abb. 8 zeigt Querschnitt und Temperaturverlauf eines Schüttelrinnenofens. Temperaturverlauf und Wärmeübergangsverhältnisse sind ähnlich wie beim Turmofen, nur mit dem Unterschied, daß zwischen heißem und kaltem Gut kein unmittelbarer Wärmeaustausch stattfind-

den kann, sondern nur durch die obere Rinne hindurch. Die dadurch bedingte Verminderung des Wärmeaustausches dürfte aber unbedeutend sein, da die Rinnen durch Berührung ungefähr die gleiche Temperatur wie die darauf gleitenden Kleinteile annehmen. Unter dieser vereinfachenden Voraussetzung ist der Wärmeübergang zwischen unterer und oberer Rinne gleich jenem des Turmofens.

Die Kleinteile werden dadurch fortbewegt, daß die Rinnen in der Förderrichtung hin und her bewegt werden, wobei nach vorwärts mit geringer Beschleunigung, beim Abbremsen jedoch mit starker Verzögerung gearbeitet werden muß, so daß die Teile in der Förderrichtung weitergleiten. Die Verzögerung bzw. die Beschleunigung in der Richtung des Rücklaufes muß größer sein als die Reibungszahl der Ruhe mal der Erdbeschleunigung. Bei heißen Glühteilen wird die Reibungszahl der Ruhe nicht viel unter 1 liegen, so daß die Verzögerung vergleichsweise hoch gewählt werden muß. Lange Rinnen müssen, um störende Verformungen zu vermeiden, mehrteilig ausgeführt und entsprechend der Belastung mehrmals gelagert sein. Die Gelenke werden durch die Massenkräfte beansprucht. Um die heißesten Gelenke am wenigsten zu beanspruchen sowie auch um geringste Wärmeableitung zu erhalten, ist der Antrieb beider Rinnen vorteilhaft an das Beschickungsende zu legen.



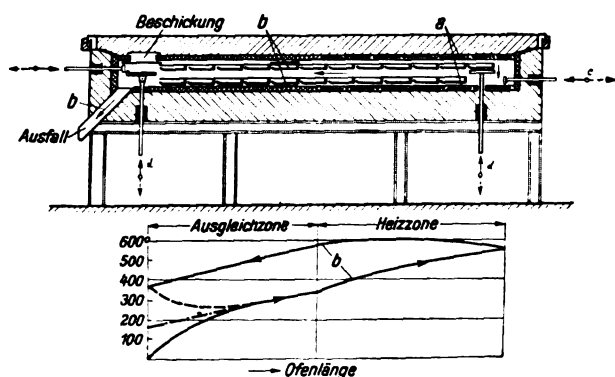
a Heizwicklung
b obere Schüttelrinne
c untere Schüttelrinne
d Antrieb
e Gelenke
f Temperatur der Kleinteile
g Festigkeit der Gelenke
i Beanspruchung der Gelenke

Abb. 8. Schüttelrinnenofen.

Abb. 8 zeigt beispielsweise auch, wie bei Durchlauföfen die drei Größen: Temperatur, Festigkeit und Beanspruchung, über die Ofenlänge verfolgt werden müssen, um eine richtige Formgebung und Werkstoffauswahl zu ermöglichen. Die Strecke, um welche das Gut auf der Rinne je Schub gleitet, ist abhängig von der Geschwindigkeitsänderung und der Reibungszahl der Bewegung. Der Gleitweg kann bei Schwinghebellagerung noch dadurch vergrößert werden, daß man der Endgeschwindigkeit eine Komponente nach aufwärts gibt. Die Reibungszahl ändert sich auch mit der Temperatur, in welchem Fall die Fördergeschwindigkeit innerhalb des Ofens nicht ganz gleichmäßig ist. Solange die Rinnen voll beladen sind, wird dies weniger in Erscheinung treten können als beim Anfahren oder Auslaufen des Ofens. Das Gut fällt in der Glühzone von der oberen auf die untere Rinne, worauf bei sehr empfindlichem dünnwandigen Glühgut Rücksicht genommen werden muß, um Verbeulungen zu vermeiden. Bei Weglassen der Zwischenwand in der Heizzone wird die Fallhöhe kleiner und der Temperaturverlauf nur unwesentlich geändert.

Eine ähnliche grundsätzliche Wirkungsweise zeigt der Ofen Abb. 9, der als Zweibahn-Stoßofen ausgeführt wurde und auch in ähnlicher Weise beschickt werden kann

wie der Schüttelrinnenofen. Die Kleinteile fallen in offene Förderkästen bzw. Blechtassen, die in zwei übereinander angeordneten Säulen gegenläufig durch Stoßvorrichtungen fortbewegt werden. Die Austrittstemperatur und somit auch der Energieverbrauch sind hier gegenüber dem Ofen mit Schüttelrinne gleicher Länge und Leistung etwas höher, weil Vorwärmung und Abkühlung nicht nur auf das Gut beschränkt bleiben, sondern sich auch auf das Totgewicht der Kästen erstrecken. Die Verbrauchsziffer ist nicht nur vom Durchsatz, sondern auch vom Ofeninhalt abhängig, d. h. von dem Verhältnis des Glühgutgewichtes je Kasten zu dessen Eigengewicht.



- a Heizwicklung
b Glühgut auf Förderschalen
c Stoßvorrichtungen
d Hubtische
- — — Mischtemperatur von Glühgut und Förderschalen am Eintrittsende
— — — Temperatur der Förderschalen am Eintrittsende

Abb. 9. Stoßofen.

Der Übergang von einer Glühware zur anderen ist besonders einfach, da der Ofen nicht auszulaufen braucht und auch keine Beschickungspause eingehalten werden muß. Dadurch werden Unregelmäßigkeiten im Temperaturverlauf durch vorübergehende Änderung der Vorwärmungs- und Abkühlungsverhältnisse vermieden. Die Durchlaufzeit jedes Kleinteiles ist zuverlässig gleich, da eben die Fortbewegung zwangsläufig und eindeutig erfolgt. Man braucht also keine Sicherheitszuschläge, sondern kann durchweg mit der jeweiligen Höchstgeschwindigkeit fahren. Empfindliches Glühgut wird sehr schonend behandelt, da es im Bereich der Glühzone in den Kästen liegen bleibt. Zur Verstärkung des Wärmeausgleichs sind in der Ausgleichzone Lüfter zur Gasumwälzung im Querstrom vorgesehen.

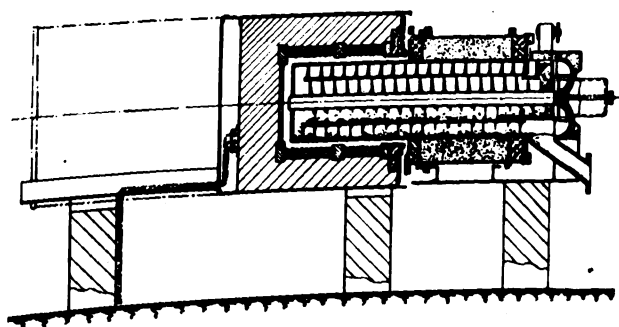


Abb. 10. Doppeltrommelofen.

Eine bekannte Bauart der Durchlauföfen für Kleinteile mit Wärmerückgewinnung ist der Doppeltrommelofen, Abb. 10. Der Wärmeübergang zwischen heißem und kaltem Gut durch die Innentrommel hindurch unterscheidet sich von jedem der besprochenen Beispiele insofern, als ein erheblicher Anteil auf Berührung und Leitung, als ein erheblicher Anteil auf Berührung und Leitung

entfällt, die Berührungszeit aber viel kürzer ist. Wenn die früher für die Schüttelrinne getroffene Annahme der Temperaturgleichheit zwischen Rinne und Gut auch nicht zutrifft, so ist doch die ganze Fläche der Innentrommel für den Wärmeaustausch durch Konvektion und Strahlung maßgebend, und deshalb ist mit einem ziemlich günstigen Wärmeaustausch zu rechnen, der es gestattet, die Austauschzone vergleichsweise kurz zu bemessen. Der Wärmeübergang zwischen Trommeln und Gut wird sehr von der Art und Gestalt des Gutes abhängen und dürfte einer rechnerischen Erfassung unzugänglich sein. Auch hier wurde von der Möglichkeit Gebrauch gemacht, den Konvektionsanteil durch Luft- bzw. Gasumwälzung zu erhöhen.

In Abb. 11 ist ein Stoßofen zum Normalisieren von Kleinteilen dargestellt. Der Ofen besteht aus Glüh- und erster Kühlzone, Gleichhaltezone und zweiter Kühlzone. Bei der beträchtlichen Länge würde die Beanspruchung der gestoßenen Kästen in der Glühzone sehr groß werden. Deshalb werden die Kästen nur in der Heizzone durch Stoßen und hierauf durch eine Mitnehmerkette verschoben, die um eine Kastenteilung hin- und herbewegt wird. Die Kette trägt klinkenartige Mitnehmer, so daß jeder Kasten für sich weiterbewegt wird. Beim Rücklauf der Kette werden die Mitnehmer heruntergedrückt und gleiten unter den Ansätzen der Kästen vorbei. Das Glühen bzw. Normalisieren geschieht unter Schutzgas, weshalb an den

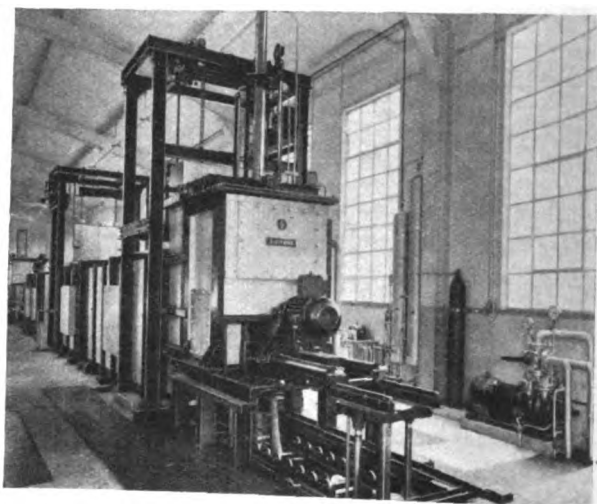


Abb. 11. Stoßofen für Schutzgasbetrieb.

Enden Gasschleusen vorgesehen sind. Für den Energieaufwand ist wieder der Durchsatz und das Verhältnis zwischen Einsatz- und Kastengewicht von ausschlaggebender Bedeutung. Die Wärmeabfuhr in den Kühlzonen wäre berechenbar, wenn man sich die gesamte Masse von Kästen samt Inhalt in der Kastenwand vereinigt vorstellt. Da aber auch hier die innere Leitfähigkeit der Glühteile unberechenbar ist, müssen Versuche angestellt werden, um die zweckmäßigste Auslegung aller Zonen zu ermitteln.

Die gezeigten Beispiele sind willkürlich gewählt und für den Umfang der uns gestellten Aufgaben keineswegs erschöpfend. Wenn der Ofenbauer teilweise gezwungen ist, sich mit Faustformeln und Erfahrungswerten zu helfen, hat das seinen Grund darin, daß eben eine genaue Rechnung nur selten möglich ist, auch unter Zuhilfenahme des besten mathematischen Rüstzeuges. Es wäre aber sehr theoretische Untersuchung verzichten zu wollen. Gerade in der Lehre vom Wärmeübergang wurden in den letzten Jahrzehnten neue grundlegende Anschauungen gebildet und mathematisch begründet. Ihre Nutzenanwendung mag oft weniger in zahlenmäßiger Auswertung bestehen als

vielmehr darin, daß wir uns die grundlegenden Vorstellungen aneignen und dann erst in der Lage sind, die Vorgänge in ihre berechenbaren Komponenten zu zerlegen.

Zusammenfassung.

Die Durchwärmung ist beim Durchlauföfen noch eher berechenbar als beim Einsatzofen, wobei meistens vereinfachende Annahmen getroffen werden müssen. Der Durch-

satz kann weitgehend durch Anwendung künstlicher Luft- bzw. Gasumwälzung erhöht werden, wobei sowohl deren Intensität als auch räumliche Anordnung von großer Bedeutung sind, wie am Beispiel eines Rollofens gezeigt wird. Besondere Bedeutung haben unter den Durchlauföfen jene, die für Wärmerückgewinnung eingerichtet sind. Als solche werden der Turmofen, der Schüttelrinnenofen, der Zweibahnstoßofen und der Doppeltrommelöfen besprochen.

Verwendung von Magnesiumlegierungen für elektrische Maschinen.

Von August Schanz VDE, Berlin.

669. 72 : 621. 313. 1

Übersicht. Der Aufsatz beschreibt Maßnahmen und Verfahren, die eine wirtschaftliche Verwendung der Magnesiumlegierungen im Elektromaschinenbau ermöglichen.

Als Austauschstoffe für das nicht wirksame Eisen elektrischer Maschinen versprechen die Magnesiumlegierungen eine Entwicklung, die auf Grund von Erfahrungen, die in der allerletzten Zeit an neuen Bauarten gewonnen wurden, 1. wirtschaftliche Einsatzmöglichkeit und 2. Einsparungen an wirksamen Werkstoffen, vor allem an Kupfer, gewährleistet. Sowohl die sehr gute Wärmeleitfähigkeit als insbesondere die Verbesserung des Wärmeüberganges durch weitgehende Anwendung wirtschaftlicher Umgießverfahren weisen eindeutig den Weg, der auch bei elektrisch und magnetisch bestens ausgenutzten Baustoffen eine weitere Steigerung der Ausnutzbarkeit sichert.

Vorweggenommen sei, daß der Ersatz des nicht wirksamen Eisens oder des bei Kleinmaschinen üblichen Aluminiums durch Magnesiumlegierungen unter Beibehaltung vollkommen gleicher Konstruktion und Lüftung keinen Gewinn bringen kann. Dies liegt daran, daß die Eigenschaften dieser Leichtmetalle hierbei nicht oder nur in sehr beschränktem Umfang zur Geltung kommen können. Es gibt aber dennoch Wege, die diesen Eigenschaften gerecht werden und deshalb jene Wirtschaftlichkeit ergeben, die von Fachkreisen bisher zum Teil bezweifelt wurde.

Ausnutzung der guten Wärmeleitfähigkeit. — Die gegenüber Eisen bessere Wärmeleitfähigkeit der Magnesiumlegierungen bringt sofort eine höhere Ausnutzung der wirksamen Baustoffe elektrischer Maschinen geschlossener Bauart, wenn die Kühlrippen nach dem Grundsatz wärmetechnisch günstigster Form ausgeführt werden. Die Dreiecksrippe aus Gußeisen kann heute bei besonderer gießtechnischer Fertigkeit mit günstigstem Verhältnis von radialer Höhe h zur Fußbreite b hergestellt werden. Bei gleicher Wärmeaufnahme (Wärmeleistung) der Rippe wird die Leichtmetallrippe besserer Wärmeleitfähigkeit im Verhältnis dieser Verbesserung schmaler, d. h. ihre Fußbreite b kleiner. Aus gießtechnischen Gründen kann diese Verschmälerung bzw. Verringerung der Wandstärke der Leichtmetallrippe heute noch nicht ausgeführt werden. Der Bestwert der Rippenform wird daher bei unveränderter Fußbreite b nur durch Vergrößerung der Rippenhöhe h erreicht. Diese Maßnahme führt aber zu einer Vergrößerung der von der Kühlluft bestrichenen Oberfläche der Rippen, ergibt somit eine Verbesserung der Wärmeabgabe und der Ausnutzbarkeit der geschlossenen Maschine mit Rippenkühlung, da eine größere Wärmemenge abgeführt werden kann.

Verbesserung des Wärmeüberganges durch Umgießverfahren. — Der Wärmeübergang der geschlossenen, hauptsächlich über das Gehäuse und insbesondere über das Ständerblechpaket wärme-

abführenden Maschine kann durch innigeren Wärmekontakt zwischen Gehäuse und Blechpaket verbessert werden. Diese Möglichkeit ist aber den Leichtmetalllegierungen mit ihrem verhältnismäßig niedrigen Schmelzpunkt durch die Umgießverfahren vorbehalten. Hierbei sind die Magnesiumlegierungen wirtschaftlich gegenüber den Aluminiumlegierungen im Vorteil, weil bei den für Klein- und Mittelmaschinen üblichen Gießverfahren mit Stahlformen (Preß- und Spritzguß, auch Kokillenguß) die Magnesiumlegierungen größere Schußzahlen ermöglichen und noch kleinere Stückgewichte ergeben. Aluminiumlegierungen zeigen die Neigung, mit den Stahlformen zu verschweißen, wodurch mitunter unliebsame Verzögerungen in der Herstellung entstehen; Magnesiumlegierungen hingegen verschweißen nicht mit den Stahlformen.

Die Übertemperatur der Wicklungen geschlossener Maschinen ist erfahrungsgemäß durch folgende Wärmegefälle zwischen dem Wicklungsmetall und dem Außenluftstrom bedingt:

1. Temperaturgefälle t_1 zwischen Kupfer und Blechpaket, verursacht durch die geringe Wärmeleitfähigkeit der notwendigen Isolierstoffe und die meist unvermeidlichen Lufteinschlüsse (bis etwa 30°C je nach Stärke der Isolation und dem Grad der Wicklungsträngung). — Das Wärmegefälle im Blechpaket in radialer, gleichzeitig hauptsächlich Strömungsrichtung der Wärme ist wegen der guten Wärmeleitfähigkeit des Eisens vernachlässigbar klein.

2. Temperaturgefälle t_2 zwischen Blechpaket-rücken und Gehäusebohrung, dadurch verursacht, daß auch bei gutem Sitz und sogar Auftragen metallischer Pasten beim Einlegen oder Einpressen der Bleche doch nicht jener innige Wärmekontakt erreicht werden kann wie beim Umgießen des Blechpaketes. Im letzteren Fall wird ein Schrupfsitz mit der Schmelztemperatur der Leichtmetalllegierung erreicht, der jedem bisherigen Verfahren überlegen ist und stets gleichmäßig bleibt. Rechnet man mit einer Wärmeleitfähigkeit von $0,025 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ der ruhenden Luft von 50°C in dieser Stoßfuge zwischen Blechen und Gehäuse, so ergibt sich ein Wert des Temperaturgefälles von

$$t_2 = W_1 \frac{1}{2} (D_g - D_p) \frac{1}{0,025} = W_1 (D_g - D_p) 20 \text{ in } ^\circ\text{C};$$

hierbei ist W_1 die abzuführende Wärmeleistung in W/m^2 , D_g der Durchmesser der Gehäusebohrung in m, D_p der Blechpaketdurchmesser in m. Bei einer durchschnittlichen Wärmeleistung von $1 \text{ W/cm}^2 = 10^4 \text{ W/m}^2$ und einem

$$\text{einseitigen Spiel von } \frac{1}{2} (D_g - D_p) = 0,025 \quad 0,05 \text{ mm} \\ \text{wird } t_2 = 10 \quad 20^\circ\text{C}.$$

Da sich einerseits die Stanzwerkzeuge für die Blechschnitte abnutzen, andererseits die gedrehten Bohrungen ge-

wisse zulässige Spiele aufweisen, können im ungünstigsten Fall der kleinstzulässige Blechpaketdurchmesser und die größtzulässige Gehäusebohrung zusammenfallen. Dann ergeben sich leicht Temperaturgefälle von 15 bis 20 °C je nach Spiel dieser Werte D_g und D_p , d. h. nach der Genauigkeit der Herstellung. Beachtenswert ist nun hierbei, daß alle Baumuster für den ungünstigsten Fall der Spiele ausgelegt werden müssen und sich daher bei den Messungen tatsächlich beachtliche Schwankungen der Übertemperaturwerte feststellen lassen. Diese Unsicherheit entfällt bei der Anwendung der Umgießverfahren, da der Schrumpfsitz in allen Fällen gleichen Wärmekontakt sichert. Das Temperaturgefälle t_2 sinkt hierbei infolge der innigen Verbindung zwischen Blechen und Gehäuse auf wenige Grade, so daß im Durchschnitt 10 bis 20 °C gewonnen und die Übertemperatur bei gleicher Leistung, somit gleichen Verlusten, um diesen Betrag gesenkt wird.

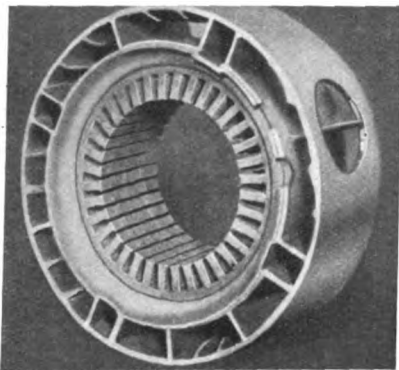


Abb. 1. Mit Gehäuse aus Magnesiumlegierung umgossenes Blechpaket eines Drehstrommotors 3 kW, 1500 U/min.

In Abb. 1 wird ein mit Gehäuse aus Magnesium-Preßgußlegierung umgossenes Blechpaket eines vierpoligen Drehstrommotors geschlossener Bauart gezeigt¹⁾. Der Außendurchmesser der Bleche beträgt 196 mm. Nach einigen Versuchen konnte bereits anfangs Januar d. J. die erste fehlerlose Serie solcher Gehäuse in einer für Aluminiumpreßguß benutzten Stahlform auf einer Preßgußmaschine hergestellt werden. Ein aus den ersten Versuchsabgüssen herausgeschnittenes Stück eines solchen Gehäuses ist in Abb. 2 dargestellt. Ähnlich den bekannten Bildern von Spritzgußkäfigen kann hier deutlich die Blechschichtung erkannt und damit der gute Wärmekontakt an der Stoßstelle zwischen Blechen und Gehäusemantel bewiesen werden. — Das Wärmegefälle im Gehäuse selbst ist wegen der guten Wärmeleitfähigkeit des Metalles wieder zu vernachlässigen.

3. Temperaturgefälle t_3 zwischen Gehäuseoberfläche und vorbeistreichender Kuhl-luft, bedingt durch den Vorgang der Wärmeabgabe, d. h. die Wärmeabgabebzahl, die wieder von der Luftgeschwindigkeit abhängt (bis etwa 20 °C).

Die mittlere Übertemperatur $t_{\text{üm}}$ der Wicklung wird nun im wesentlichen von diesen drei Temperaturgefällen

1) Vgl. ETZ 59 (1938) H. 9, S. 231.

t_1, t_2, t_3 bestimmt, ist daher auf Grund zahlreicher Messungen hinreichend genau

$$t_{\text{üm}} = t_1 + t_2 + t_3.$$

Es gelingt daher durch das Umgießen des Blechpakete, den Betrag von t_2 im Vergleich zu den Werten t_1 und t_3 , die derzeit kaum weiter in günstigem Sinne beeinflusst werden können, ebenfalls vernachlässigbar klein zu gestalten. Durch die bemerkenswerte Verringerung des Temperaturgefälles t_2 umgossener Gehäuse ergeben sich gegenüber den Bauarten mit eingelegten oder eingepreßten Blechen folgende Möglichkeiten:

- Bei gleicher Leistung wird die Übertemperatur der Wicklung gesenkt und damit der Wirkungsgrad wegen der verringerten Wicklungsverluste verbessert;
- bei gleichem Wirkungsgrad kann der Kupferquerschnitt entsprechend gesenkt, also Kupfer erspart werden;
- schließlich kann bei gleichem Wirkungsgrad und vollkommen gleichem Aufwand an wirksamen Baustoffen wie in den ursprünglichen Bauarten die Leistung gesteigert werden.

Hierbei ist noch zu beachten, daß die Senkung der Wicklungs- und Eisentemperatur des Ständers infolge der Verringerung des Wärmegefälles t_2 auch auf die Läufererwärmung des geschlossenen Motors günstig einwirkt. Wegen der Kleinheit des Luftspaltes von Drehstrommotoren beeinflussen sich die Temperaturen von Ständer und Läufer erheblich. Infolge des verschiedenen Spieles zwischen den Blechen und den gedrehten Gehäusebohrungen schwanken auch die Übertemperaturen der Ständerwicklungen von Motoren gleicher Bauart und Leistung. Hierbei zeigen stets die Motoren mit der kleineren Übertemperatur bessere Drehzahl, also kleineren Schlupf, sobald mit gleichem Strom belastet wird. Dies beweist, daß unter Vernachlässigung von etwaigen Ungleichheiten im Läufer selbst die Übertemperatur der Ständerwicklung vom Wärmegefälle zwischen Blechpaket und Gehäuse beeinflusst wird und daß mit sinkender Übertemperatur des Ständers auch die Läufererwärmung sinkt und umgekehrt. Um so mehr muß dies in Erscheinung treten, wenn durch das Umgießen des Blechpaketes sehr beträchtliche Temperaturunterschiede zwischen Ständerisen und Läufer auftreten. In erster Annäherung muß daher auch für den Läufer verhältnismäßige Temperatursenkung angenommen werden.

Mit diesen Erkenntnissen läßt sich im folgenden Beispiel die Möglichkeit einer Leistungssteigerung leicht nachweisen. Ein geschlossener, mantelgekühlter Drehstrommotor mit Kurzschlußläufer bisheriger Bauart sei mit einer Ausführung mit umgossenem Gehäuse verglichen:

a) Ausführung mit Gußgehäuse und eingelegtem Ständerpaket: 5,5 kW = 7,5 PS, 1425 U/min, Wirkungsgrad 84 %, Leistungsfaktor 0,84, Kupferübertemperatur bei Dauerbetrieb und Vollast $t_{\text{üm}} = 60$ °C, Gesamtverluste 1050 W, Wicklungsverluste 750 W, restliche Verluste (Eisen-, Zusatz- sowie Reibungsverluste) 300 W, Wärmeleistung in der Stoßfuge zwischen Blechen und Gehäuse etwa 0,9 W/cm².

b) Ausführung mit umgossenem Gehäuse aus Magnesiumlegierung unter Annahme, daß einmal 20 °C in einem anderen Falle nur 10 °C im Wärmegefälle in der Stoßfuge gewonnen werden können:

Temperaturgewinn im Wärmegefälle	°C	20		10	
		0	10	0	10
Strom- bzw. Laststeigerung	%	40	43,5	50	54
Kupferübertemperatur $t_{\text{üm}}$	°C	40	43,5	50	54
Wicklungsverluste	W	700	780	725	810
restliche Verluste	W	300	300	300	300
Gesamtverluste	W	1000	1080	1025	1110
Leistungsaufnahme	W	5500	5780	5500	5780
Leistungsabgabe	W	6500	6800	6525	6890
Wirkungsgrad	%	84,7	84,35	84,4	84,0

Im Durchschnitt kann somit 5% Leistungsgewinn bei 10°C Temperaturgewinn in der Stoßfuge erzielt werden bzw. 10% Leistungserhöhung bei 20°C Senkung des Wärmegefälles t_2 , ohne hierbei den Wirkungsgrad gegenüber der Bauart mit eingelegten Blechen zu verschlechtern. Der Leistungsfaktor wird durch die Stromsteigerung eher besser, keinesfalls schlechter. Bei der heute üblichen Ausnutzung der wirksamen Baustoffe und verbandmäßigen Grenztemperaturen ist dieser Leistungsgewinn im Hinblick auf die große Zahl der Klein- und Mittelmaschinen durchaus erstrebenswert. Verbindet man mit dem Umgießverfahren noch die Formgebung der Kühlrippen nach dem wärmetechnischen Bestwert, läßt sich die Leistungssteigerung noch um einige Punkte erweitern.

Die beiden besprochenen Maßnahmen sind ohne Zweifel geeignet, den offenen Motor in noch größerem Umfang als bisher durch den geschlossenen Motor zu verdrängen. Die Leistungsgrenze, innerhalb der ein geschlossener Motor mit geringerem oder gleichem Aufwand an wirksamen Baustoffen ausgeführt werden kann als der offene, wird sich dadurch über den heute üblichen Wert von etwa 3 bis 5 kW erweitern lassen.

Sowohl bereits durchgebildete einfache Umgießverfahren und die hiermit verbundene Senkung der Bearbeitungszeit solcher Gehäuse auf einen Mindestwert als auch die Möglichkeit der Leistungssteigerung, die einer Ersparnis an wirksamen Baustoffen gleichkommt, sichern einen durchaus wirtschaftlichen Einsatz der Magnesiumlegierungen im Elektromaschinenbau. Werkstoffgerechter

Entwurf, der auch insbesondere Ansammlungen von Niederschlägen vermeiden helfen muß, erspart ferner über den Durchschnitt erforderlichen Schutzanstrich. Die kurzen Bearbeitungszeiten für Teile aus Magnesiumlegierungen ergeben sehr wirtschaftliche Erzeugungsmöglichkeiten, daher Steigerung der Stückzahlen bei gleicher Arbeitskraft. Letztere Tatsache verdient angesichts des allmählich fühlbar werdenden Mangels an Arbeitskräften besondere Beachtung. Die Frage der Korrosionsbeständigkeit wird weiter rege bearbeitet, und man kann hoffen, daß die bisher noch erforderliche Rücksichtnahme bei der Aufstellung der Maschinen im Laufe der weiteren Entwicklung immer mehr zurücktreten wird.

Zusammenfassung.

Die bessere Ausnutzung der wirksamen Baustoffe elektrischer Maschinen, vor allem des Kupfers, ist durch die gute Wärmeleitfähigkeit und den verhältnismäßig niedrigen Schmelzpunkt der Magnesiumlegierungen einwandfrei nachzuweisen. Die wärmetechnisch beste Kühlrippenform ergibt zwangsläufig Oberflächenvergrößerung. Der Schmelzpunkt von im Mittel 650°C ermöglicht ähnlich dem Spritzgußverfahren für Kurzschlußläufer das Umgießen der Blechpakete. Diese Verfahren führen somit infolge Verbesserung des Wärmekontaktes zur Senkung des Wärmegefälles, ergeben daher kleinere Wicklungstemperaturen. Diese Tatsache kann entweder zur Wirkungsgradverbesserung oder bei unverändertem Wirkungsgrad zur Leistungssteigerung oder Kupferersparnis geschlossener Maschinen herangezogen werden.

Bericht über Versuche an einem neuen Netzkupplungsumformer mit drehzahlregelbarer Synchronmaschine.

(Mittteilung aus dem Elektrotechnischen Institut der T. H. Stuttgart.)

Von K. H. Geisweid VDE, Stuttgart.

Übersicht. Das Betriebsverhalten der drehzahlregelbaren Synchronmaschine¹⁾ wird experimentell untersucht. Anschließend wird über Versuche an einer mit dieser Maschine aufgebauten neuen Umformerschaltung berichtet.

I. Die drehzahlregelbare Synchronmaschine.

Zunächst soll das theoretische Verhalten dieser Maschine an Hand der in der grundlegenden Arbeit²⁾ von A. Leonhard über allgemeine doppelt gespeiste Drehstrommaschinen abgeleiteten Gleichungen nochmals gezeigt werden (+ j bedeutet Voreilung im Gegensatz zu der genannten Arbeit.) Für den Primärstrom einer drehzahlregelbaren Synchronmaschine wird in der genannten Arbeit folgende Beziehung gefunden:

$$I_1 = U_1 \frac{r_2 + j s k_2}{(r_1 + j k_1)(r_2 + j s k_2) + s k_{12}^2} - e^{j\alpha} U_{20} \frac{j k_{12}}{(r_1 + j k_1)(r_2 + j s k_2) + s k_{12}^2} \quad (1)$$

I_{II}

Zu dem Strom I_{II} , den die Maschine bei reinem Asynchronbetrieb, also bei kurzgeschlossenem Läufer, aufnehmen würde, kommt noch der Strom I_{III} , der sich wegen des Faktors $e^{j\alpha}$ in seiner Richtung beliebig zu I_{II} ein-

stellen kann. Physikalisch ist I_{III} der Strom, der sich bei primärem Kurzschluß dort als Kurzschlußstrom einstellt, wenn der Läufer mit der Spannung U_{20} von der Frequenz $f_0 s$ gespeist wird und die Drehzahl des Läufers so groß ist, daß die Frequenz der im Ständer auftretenden Ströme gerade gleich der Ständernennfrequenz f_0 ist.

Die Ortskreise für I_1 haben ihren Mittelpunkt auf dem Ossannakreis der Maschine, und zwar ist es derjenige Punkt, der dem Schlupf, mit dem die Maschine gerade arbeitet, entspricht. Dieser Schlupf s ist aber durch die Frequenz der zugeführten Läuferspannung gegeben:

$$s = \frac{\Delta f}{f_0} = \frac{n_0 - n}{n_0} \quad (2)$$

Hierin bedeuten Δf die Frequenz der zugeführten Läuferspannung und f_0 die Ständernennfrequenz.

Für die Versuche stand eine Asynchronmaschine mit folgenden Daten zur Verfügung:

$N = 11,8 \text{ kW}$	$f_0 = 50 \text{ Hz}$	$n_0 = 1000 \text{ U/min}$
$U_1 = 500 \text{ V/Phase}$	$U_2 = 76 \text{ V/Phase}$	Stillstandspannung
$k_1 = 164 \Omega/\text{Phase}$	$k_2 = 4,05 \Omega/\text{Phase}$	
$r_1 = 1,22 \Omega/\text{Phase}$	$r_2 = 0,05 \Omega/\text{Phase}$	
	$k_{12} = 25 \Omega/\text{Phase}$	

Die Schaltung, die zur Aufnahme der Ortskurven der Maschine diente, war die gleiche wie die für den Umformer auf Abb. 2. U_{20} wurde durch Handeinstellung konstant gehalten. Als Belastungsmaschine für die doppelt gespeiste Maschine *a* diente die Asynchronmaschine *b*. Da die Maschine *b* an einem Netz veränderbarer Frequenz liegt, konnte durch Regeln dieser Frequenz die Belastung der Maschine *a* eingestellt werden.

¹⁾ A. Leonhard, Eine neue Umformerart für die Kupplung von Wechselstromnetzen. ETZ 59 (1938) H. 5, S. 117.

²⁾ A. Leonhard, Asynchroner und synchroner Betrieb der allgemeinen doppelt gespeisten Drehstrommaschine. Arch. Elektrotech. 30 (1936) S. 483.

Abb. 1 zeigt den Asynchronkreis der Maschine *a* und die Ortskurven für Doppelspeisung. Die Meßpunkte sind einzeln eingezeichnet. Das theoretisch erwartete Betriebsverhalten wird durch die Messungen vollkommen bestätigt. Rechnet man mit den angegebenen Maschinendaten Werte von I_{11} aus, so zeigt sich recht gute Übereinstimmung mit den gemessenen Werten.

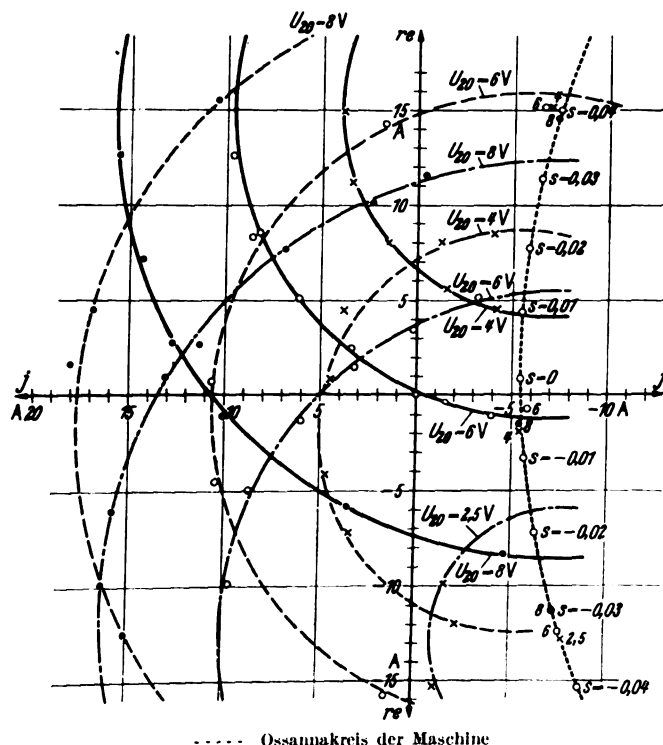


Abb. 1. Synchronkreise von Maschine *a*. Es sind verkettete Stromwerte aufgetragen.

Zu den Messungen ist noch allgemein zu sagen, daß wegen der Kleinheit der Maschine hohe Schlupfwerte von $\pm 4\%$, wie sie für das Kuppeln von Netzen nötig sind, gut einstellbar waren. Wie in der Arbeit von A. Leonhard (s. Fußn. 2) gezeigt ist, wird die drehzahlregelbare Synchronmaschine instabil, wenn sie als Synchronmaschine mit einem größeren Schlupf als ihrem asynchronen Kippschlupf laufen soll. Der asynchrone Kippschlupf der untersuchten Maschine ist rd. 25%. Hat man aber große Maschinen, bei denen der Kippschlupf in der Gegend von nur 1,5% liegt, so muß man, wenn man weiter regeln will, den Kippschlupf durch die Zwischenmaschine künstlich erhöhen (s. Fußn. 1).

Da die untersuchte Maschine eine kleine Leistung hatte, war die Verwendung einer Zwischenmaschine nicht erforderlich, sondern die Speisung des Läufers konnte direkt vom Frequenzwandler erfolgen. Die zuzuführende Läuferleistung, für die die Hintermaschine auszulegen ist, ist etwa durch die Beziehung $N_L = s N_1$ gegeben. Je größer also die Maschinenleistung ist und je weitergehend man die Drehzahl regeln will, um so größere Hintermaschinen muß man verwenden.

Auf den Vorteil, daß die Ausgangsspannung der ständererregten, kompensierten Drehstromhintermaschine bei der regelbaren Synchronmaschine nicht mehr eine bestimmte Phasenlage zu U_1 haben muß, wurde in den früheren Veröffentlichungen schon hingewiesen. Eine grundsätzliche Änderung tritt also nicht ein, wenn man eine Zwischenmaschine verwendet. Informatorische Messungen mit einer Zwischenmaschine, die aber keine Kompensationswicklung und keine Wendepole hatte (Drehstrom-Reihenschlußmotor), wurden ausgeführt. Der Betrieb war genau so gut möglich. Bei größeren Schlupfwerten trat allerdings wegen dieser behelfsmäßigen Hintermaschine leicht Selbsterregung ein.

II. Anwendung der drehzahlregelbaren Synchronmaschine in der neuen Umformerschaltung.

a) Grundschriftbild der Versuchsanlage.

Abb. 2 zeigt die zur Untersuchung der drehzahlregelbaren Synchronmaschine sowie der ganzen Umformeranordnung verwendete Grundschrift. Bei den Umformern zur Kupplung von zwei voneinander unabhängigen Netzen ist die Frequenzdifferenz zwischen Netz A und B diejenige Größe, die die übertragene Leistung maßgeblich beeinflusst. Von ihr ist, nach Maßgabe der gerade eingestellten Steuerung, die vom Umformer in der einen oder anderen Richtung übertragene Leistung abhängig. Bei der Untersuchung des Umformers wurde nun als Netz A das in der Frequenz fast vollkommen konstante Drehstromnetz der Stadt Stuttgart verwendet. Als Netz B diente ein im Institut vorhandener großer Motorgenerator. Durch Regeln auf der Gleichstromseite dieses Motorgenerators konnte seine Drehzahl und damit die Frequenz des Netzes B in sehr weiten Grenzen geändert werden. Die Frequenzänderung von B wurde also nicht, wie es im praktischen Betrieb vorkommt, durch eine Belastungsänderung der dieses Netz speisenden Turbinen bewirkt, sondern durch eine absichtliche Verstellung der Drehzahl des speisenden Motorgenerators.

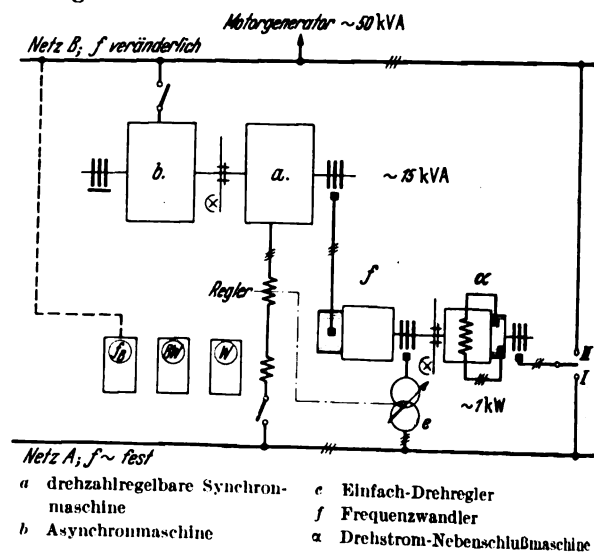


Abb. 2. Grundschriftbild des Umformers.

Beim Hilfsmaschinensatz, der aus Frequenzwandler *f* und Drehstrom-Nebenschlußmaschine *a* besteht, ist noch bemerkenswert, daß nicht nur die Drehstrom-Nebenschlußmaschine an A oder B geschaltet werden konnte, sondern auch der Speisetransformator des Frequenzwandlers. Welche Vorteile diese Möglichkeit bietet, ist weiter unten gezeigt.

Durch schreibende Wirk- und Blindleistungsmesser in der Ständerzuleitung der Hauptmaschine *a* konnten die betreffenden Leistungen zeitlich aufgenommen werden. Der zeitliche Verlauf der Frequenz des Netzes B wurde mittels eines schreibenden Milliampereometers aufgenommen. Das Instrument zeigte dabei die Ausgleichströme an, die eine vom speisenden Motorgenerator angetriebene und gegen eine Batterie geschaltete Tourendynamo lieferte. Diese Anordnung wurde gewählt, um die prozentuale Ausschlagsänderung zu vergrößern.

b) Regelung der übertragenen Wirkleistung.

Da die beiden Frequenzen von Netz A und B im Mittel je gleich 50 Hz waren, genügte für den Frequenzwandlersatz ein Drehstrom-Nebenschlußmotor zum Antrieb. Dieser konnte dann aber wahlweise an Netz A und B geschaltet werden. Der Speisetransformator des Frequenzwandlers blieb dabei an Netz A. Schalterstellung I gibt dann halbstarre Kupplung entsprechend der Kenn-

linie von Maschine *b*. Schalterstellung *II* gibt vollkommen lose Kupplung der beiden Netze. Die übertragene Leistung wird gänzlich unabhängig von der Frequenzdifferenz zwischen Netz *A* und *B*.

Man sieht leicht ein, daß man die Drehstrom-Nebenschlußmaschine auch an Netz *A* lassen und dafür den Speisetransformator des Frequenzwandlers umschalten kann (Abb. 3). Damit erreicht man ebenso die beiden oben beschriebenen Betriebsarten. (Schalterstellungen *I'* bzw. *II'* in Abb. 3). Man hat aber dann den Vorteil, daß die Drehtr  gheit des Hilfsmaschinensatzes bei raschen Frequenzänderungen in Netz *B* keine Rolle mehr spielt. Die abgegebene Frequenz paßt sich nun trägheitslos an die Frequenz im Netz *B* an, da der Hilfsmaschinensatz jetzt seine Drehzahl nicht mehr ändern braucht. Den genannten Vorteil hat man natürlich nur, wenn Netz *A* eine verhältnismäßig konstante Frequenz hat und wenn die beiden Normalwerte der Frequenz von Netz *A* und *B* gleich sind.

Die Einstellung der übertragenen Leistung kann bei jeder Frequenzdifferenz zwischen Netz *A* und *B* durch Verstellen der Drehzahl des Hilfsmaschinensatzes erfolgen. Das ist in einfacher Weise durch Verdrehen der B  rstenbr  cken der Drehstrom-Nebenschlußmaschine möglich. Versuche mit zwei gekoppelten Drehstrom-Nebenschlußmotoren zur Erzeugung einer beliebig geneigten Gesamtkennlinie konnten nicht durchgeführt werden, da kein zweiter solcher Motor zur Verfügung stand.

c) Einstellung der Blindleistung von Maschine *a* und *b*.

Die st  nderseitig von der drehzahlregelbaren Synchronmaschine *a* abgegebene Blindleistung hängt von der angelegten Läuferspannung ab. Ihre Größe kann durch den Einfachdrehregler *e* eingestellt werden. Wenn die Anlage als Kupplungsumformer arbeitete, wurde die Blindleistung von Maschine *a* mittels eines Reglers, der den Einfachdrehregler *e* betätigte, konstant gehalten. Die Dämpfung des Reglers mußte entsprechend groß eingestellt werden, um zu starke Schwingungen der Blindleistung zu vermeiden. Die Schwingungen wurden offenbar durch Unsymmetrien der verwendeten Asynchronmaschine *a* angefacht.

Bei der Maschine *b* mußte auf Regelung der Blindleistung wegen Fehlens geeigneter Hintermaschinen verzichtet werden. Da diese Maschine besonders bei großen Ausführungen nur einen kleinen Betriebschlupf hat, kommt man mit einem kompensierten Frequenzwandler als Hintermaschine aus.

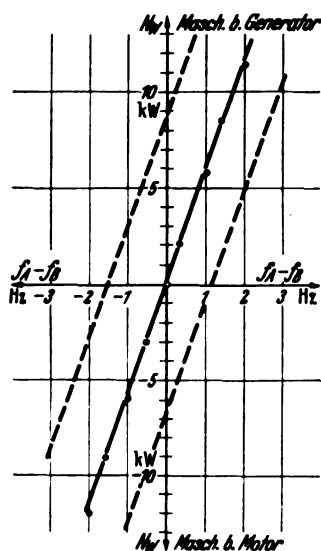


Abb. 4. Gesamtkennlinien für halbstarre Kupplung.

d) Aufgenommene Betriebskurven.

Mit dem beschriebenen Umformer können in der Schaltung der Abb. 2 zwei natürliche Kennlinien eingestellt werden.

1. Halbstarre Kupplung. Maschine *a* wirkt als Synchronmaschine, deren Drehzahl nur von der Frequenz im

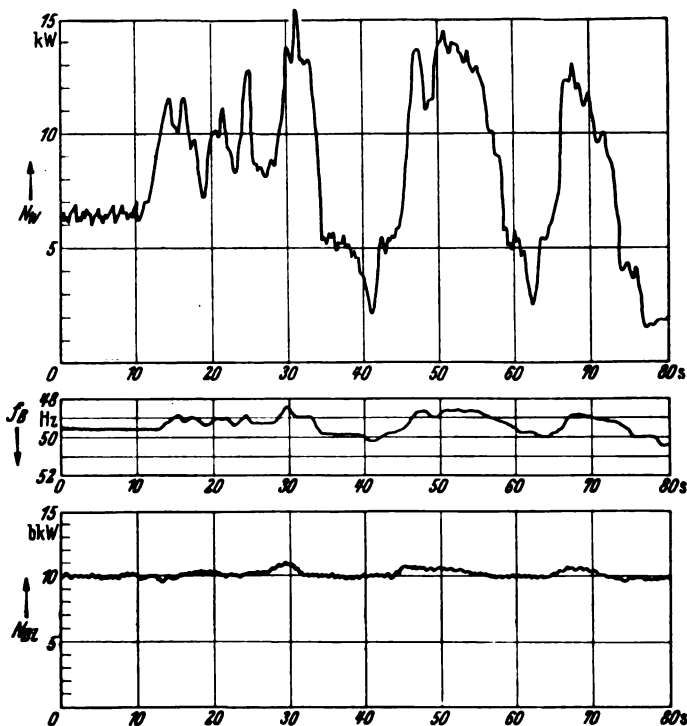


Abb. 5. N_W , N_H und f_B bei halbstarrer Kupplung.

Netz *A* abhängt. Treten zwischen Netz *A* und *B* Frequenzdifferenzen auf, so arbeitet Maschine *b* entsprechend ihrer asynchronen Kennlinie als Motor oder Generator. Durch Drehzahlregelung an der Drehstrom-Nebenschlußmaschine kann man die Gesamtkennlinie des Umformers

parallel zu sich verschieben (Abb. 4). Abb. 5 zeigt für diesen Betriebsfall Wirklast, Blindlast und Frequenz in Abhängigkeit von der Zeit. Bei großen Maschinen, bei denen die Asynchronkennlinien sehr steil sind, kann man von einer beinahe starren Kupplung der beiden Netze sprechen. Die kleinsten Abweichungen von der eingestellten Frequenzdifferenz geben dann schon sehr große Laständerungen.

2. Vollkommen lose Kupplung. Die Gesamtkennlinien werden in der Schaltung, bei der Speisetransformator oder Drehstrom-Nebenschlußmaschine an Netz *B* liegen,

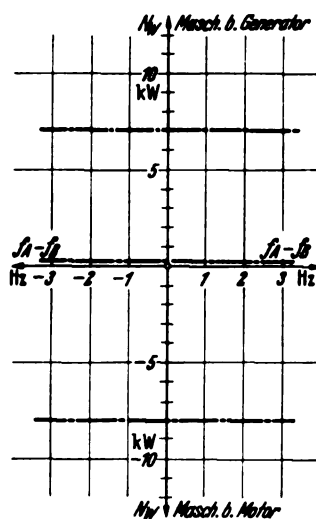


Abb. 6. Gesamtkennlinien für lose Kupplung.

Parallele zu der Frequenzachse. Abb. 6 zeigt ein solches Kennlinienfeld. Das Heben und Senken der Kennlinien erfolgt wiederum in sehr einfacher Weise durch Verschieben der B  rstenbr  cken des Drehstrom-Nebenschlußmotors. Die im Abschnitt b) beschriebenen beiden Schaltungsmöglichkeiten zur Erzielung der losen Kupplung unterscheiden sich in den aufgenommenen Wirklastkurven in der erwarteten Weise. Abb. 7 zeigt die Kurven für den

Fall, daß der Drehstrom-Nebenschlußmotor an Netz *B* lag und der Speisetransformator an *A*. Die Änderung der Wirklast während der Frequenzänderung ist deutlich zu sehen. Im praktischen Betrieb dürfte das aber wohl kaum störend sein. Abb. 8 dagegen gibt die gleichen Kurven, wobei aber der Drehstrom-Nebenschlußmotor an Netz *A* lag und der Speisetransformator an Netz *B*. Selbst bei sehr raschen Frequenzschwankungen ergibt sich nun keine Wirklastschwankung mehr.

In allen Fällen wurde die Blindleistung durch einen Regler konstant gehalten. Die kleine vorübergehende Schwankung während der Frequenzänderung hängt mit der Regelgeschwindigkeit des Reglers zusammen.

Bei der Versuchsanlage waren beide Netze *A* und *B* dreiphasig. In Wirklichkeit wird es sich bei Netz *B* häufig um ein Einphasenbahnnetz handeln. Es besteht aber ohne weiteres auch die Möglichkeit, Maschine *b* als Einphasen-Asynchronmaschine auszuführen.

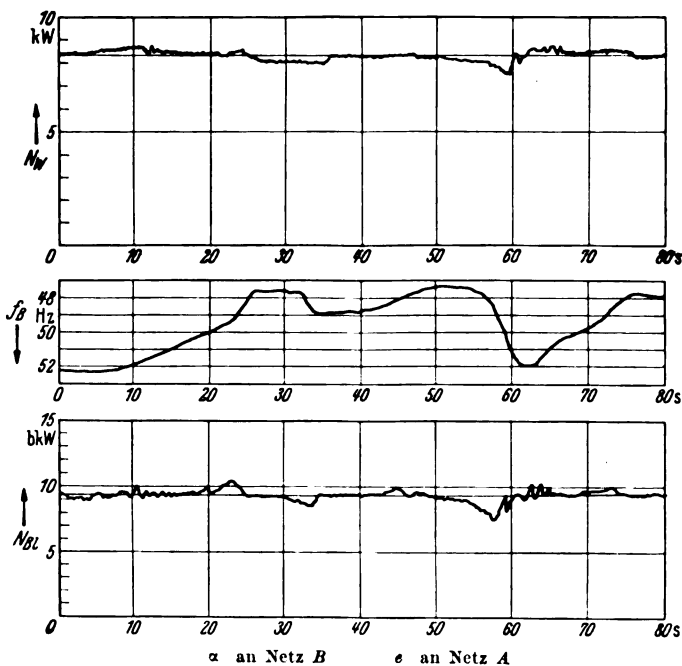


Abb. 7. N_W und N_{RL} bei loser Kupplung.

Gewisse Schwierigkeiten ergeben sich, wenn der Umformer in der angegebenen Schaltung das Netz *B* (Bahnnetz) allein speisen soll. Durch entsprechende Schaltungsänderungen und Hilfseinrichtungen kann aber die Alleinspeisung doch verhältnismäßig einfach erreicht werden. Hier soll jedoch darauf nicht näher eingegangen werden.

Zusammenfassung.

Die bei der drehzahlregelbaren Synchronmaschine auftretenden Ortskurven werden experimentell aufgenommen. Sie bestätigen das theoretisch zu erwartende Ver-

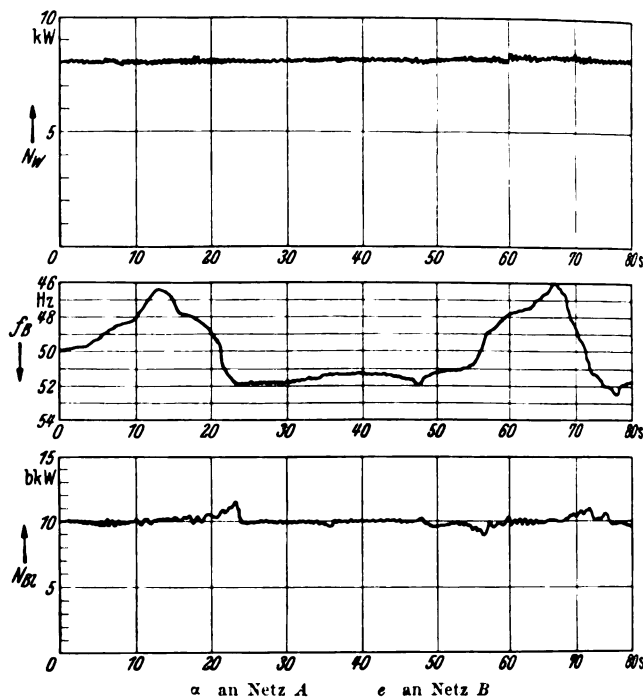


Abb. 8. N_W und N_{RL} bei loser Kupplung.

halten der Maschine vollkommen. Auf Besonderheiten bei großen derartigen Maschinen mit kleinem Kippschlupf wird hingewiesen und dabei der Einfluß der ständererregten Hintermaschine gezeigt. Anschließend wird über das Verhalten eines im Elektrotechnischen Institut der T. H. Stuttgart untersuchten Umformersatzes mit drehzahl geregelter Synchronmaschine berichtet. Aus den Versuchen ist die gute Eignung dieser Umformerart zur Kupplung von Netzen, die stark in ihrer Frequenz schwanken, zu ersehen.

Auch an dieser Stelle möchte ich Herrn Professor Dr. Leonard für die vielen Anregungen und die Unterstützung bei der Durchführung dieser Arbeit meinen besten Dank aussprechen. Danken möchte ich außerdem den technischen Werken der Stadt Stuttgart und der Firma Siemens für die leihweise Überlassung der beiden größeren Drehstrommotoren bzw. der schreibenden Instrumente.

Selbsttätige Zugbeeinflussung der französischen Eisenbahnen.

621. 398 : 656. 25 (44)

Die selbsttätigen elektrischen Zugbeeinflussungseinrichtungen der französischen Eisenbahnen*) sind dadurch gekennzeichnet, daß die Übertragung der Signalstellungen von der Strecke auf das Fahrzeug durch unmittelbaren Stromübergang mittels Bürste und Schleifschiene — wegen ihrer rauen Oberfläche Krokodilkontakt genannt — stattfindet. Bei der einfachsten Ausführung, mit der man nur einen Signalbegriff übertragen kann, sind an denjenigen Punkten der Strecke, an denen eine Übertragung stattfinden soll, Batterien aufgestellt. Diese liegen mit einem Pol an Erde, mit dem anderen können sie über einen vom Signal

gesteuerten Schalter *S* mit der Schleifschiene verbunden werden. Auf dem Fahrzeug befindet sich ein elektromagnetisches Relais *R*, das mit dem einen Ende seiner Wicklung an die Bürste *B*, mit dem anderen an Körper gelegt ist (Abb. 1). Von dem Relais können weitere mechanische und elektrische Betätigungen abgeleitet werden. Mittels polarisierter Relais und unter Zuhilfenahme von Stromwendern für die Batterien wurde diese Beeinflussung in der Art erweitert, daß auch zwei und drei Signalbegriffe übertragen werden können. In letzterem Falle werden drei polarisierte Relais und zwei Gleiskontakte benötigt. Die Arbeitsweise der dazugehörigen Schaltung geht aus Abb. 2 hervor: Je nach der Stellung des Stromwenders *S* von *I* spricht beim Überfahren des ersten Gleiskon-

*) M. L. Chauveau, Bull. Soc. franç. Electr. 7 (1937) S. 1199; 21 S., 8 Abb.

taktes (*I*) entweder das positiv polarisierte Relais *B* oder das negativ polarisierte Relais *A* an. Nach Zurücklegung von 15 Metern wird der Schalter *P* nach rechts umgelegt, wodurch *A* und *C* in Bereitschaftsstellung kommen (*C* positiv polarisiert). Das Ansprechen von *A* und *C* erfolgt entsprechend der Polung der Batterie II beim Überfahren des Gleiskontaktes II, der vom ersten einen Abstand von rd. 25 m hat. Es sind somit vier Kombinationen möglich, wovon aber in Wirklichkeit nur drei benutzt und im Führerstand ausgewertet werden.

Im Laufe der Zeit haben sich nun beim Betrieb dieser Einrichtungen immerhin gewisse Mängel ergeben, die zum Teil auf die umständliche Unterhaltung der Batterien, z. T. auf Kontaktschwierigkeiten — infolge der niedrigen Batteriespannungen von 14 V — zurückzuführen sind. Außerdem kann bei den Relais wegen der Eigenart der Schaltung (Stromquelle auf der Strecke) das Ruhestromprinzip nicht durchgeführt werden.

Nach Vorschlägen von Bethenod ist man deshalb neuerdings — offenbar in Anlehnung an die deutsche Zugbeein-

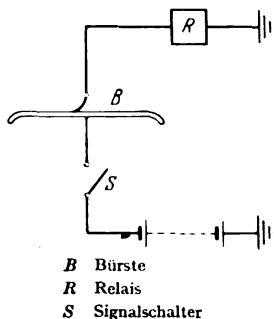


Abb. 1. Schaltung für einen Signalfbegriff.

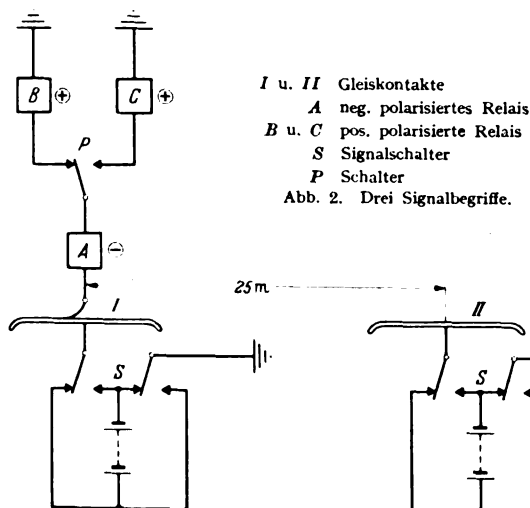


Abb. 2. Drei Signalfbegriffe.

flussung — dazu übergegangen, die Stromerzeugungsanlage auf die Lokomotive zu verlegen und höhere Spannungen sowie mittelfrequenten Wechselstrom zu verwenden. Bei der Entwicklung der neuen Einrichtung

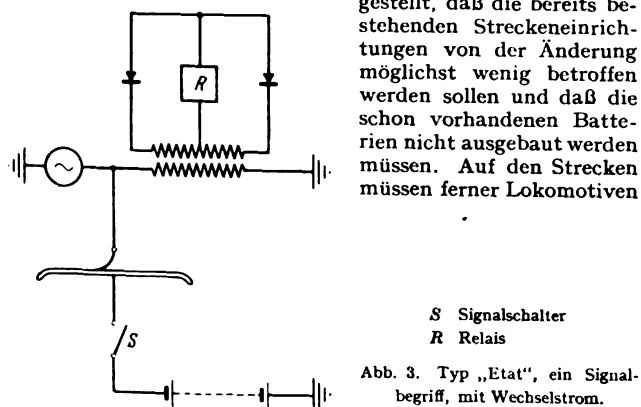


Abb. 3. Typ „Etat“, ein Signalfbegriff, mit Wechselstrom.

mit der alten und neuen Ausrüstung verkehren können. In diesem Sinne werden zwei Ausführungen „Typ Etat“ und „Typ Nord“ hergestellt. Bei der ersten kann wiederum nur ein Signal-

begriff übertragen werden, die Streckeneinrichtungen bleiben dabei vollkommen unverändert; bei der zweiten (Typ Nord), die drei Signalfbegriffe „Frei, Warnung und Besetzt“ überträgt und zwei Streckenkontakte (Abb. 2) erfordert, muß eine Seite jedes Batteriekreises durch eine Drosselspule ergänzt werden. Beiden Ausführungsarten gemeinsam ist eine Stromerzeugungsanlage auf der Lokomotive, die aus einem mit einer kleinen Dampfturbine gekoppeltem Wechselstromgenerator ohne Bürsten und einem Trockengleichrichter mit dazugehörigem Umspanner besteht. Vor der Dampfturbine liegt ein Druckreduzierventil für 6 atü, das diesen Druck bei Schwankungen des Kessel-

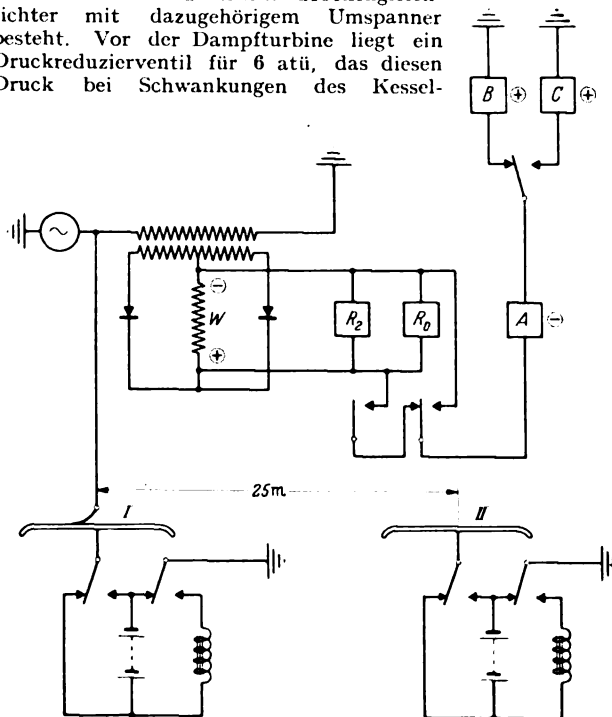


Abb. 4. Typ „Nord“, drei Signalfbegriffe, mit Wechselstrom.

druckes zwischen 9 und 16 atü unverändert hält. Der Wechselstromgenerator liefert bei 900 Hz eine Wechselspannung von etwa 100 V, während die Gleichrichterspannung 24 V beträgt. Die Schaltung der Ausführung „Typ Etat“ ist aus Abb. 3 ersichtlich. Demnach wird bei Überfahren eines auf Halt stehenden Signals der Wechselstromerzeuger über die Batterie, deren Widerstand in diesem Falle vernachlässigt werden kann, durch die Bürste kurz geschlossen und das im Gleichstromkreis liegende Relais zum Abfallen gebracht. Beachtenswert ist, daß das Relais nunmehr nach dem Ruhestromprinzip arbeitet und die Kontaktschwierigkeiten infolge der höheren Wechselspannungen erheblich vermindert sind. Die Ausführung „Typ Nord“ zeigt Abb. 4: In dem Gleichstromkreis des Gleichrichters liegt ein Widerstand *W*, dem zwei Relais *R*₀ und *R*₁ parallel geschaltet sind. *R*₁ spricht an, wenn die Spannung auf den halben Wert, *R*₀ spricht an, wenn die Spannung annähernd auf Null gesunken ist. Bei Absinken der Spannung auf die Hälfte erhält die Relaiskombination *A B* positive Erregung, bei Absinken auf Null dagegen negative Erregung. Im übrigen ist die Arbeitsweise der Relaisgruppe *ABC* die nämliche wie bereits oben beschrieben. Ebenso verhält es sich mit der Arbeitsweise der Streckenkontakte, wobei bemerkt wird, daß das Absinken der mittelfrequenten Wechselspannung auf den halben Wert dadurch erreicht wird, daß in den rechten Batteriekreis jeweils eine Drosselspule geeigneter Größe eingeschaltet ist. Die Einrichtung kann noch durch eine optische Anzeige mit grüner, gelber und roter Signallampe ergänzt werden, wozu noch eine besondere Stromquelle benötigt wird. *Kmr.*

Die Bedeutung einer „Geschichte der Elektrotechnik“.

Von G. Dettmar VDE, Bückeburg.

621.3 (091)

Der Verband Deutscher Elektrotechniker hat sich schon seit längerem um die Pflege der Geschichte der Elektrotechnik¹⁾ bemüht und hat kürzlich wiederum eine diesbezügliche Mitteilung²⁾ gemacht und dabei hervorgehoben, daß ich mich für die Durchführung dieser Aufgabe zur Verfügung gestellt und es übernommen habe, eine Entwicklungsgeschichte der Starkstromtechnik zu schreiben.

Auf die vom VDE geäußerte Bitte um die Einsendung geschichtlicher Unterlagen besonders aus der Anfangszeit der Elektrotechnik sind auch einige Zusendungen erfolgt. Man hätte aber etwas mehr erwarten können, da sicher an vielen Stellen noch ungenutztes wertvolles Material vorhanden sein wird, insbesondere in Form von persönlichen Aufzeichnungen, Fest- und Jubiläumsschriften, Urkunden, Preislisten, Monographien u. dgl. Es erscheint daher notwendig, die Aufmerksamkeit der Fachgenossen nochmals auf diese Angelegenheit zu lenken, was der Zweck dieser Zeilen sein soll.

Mit der Schaffung eines solchen Geschichtswerkes würde ein alter Wunsch der deutschen Elektrotechniker erfüllt, der schon seit 20 Jahren immer wieder aufgetaucht ist. Daß das Interesse für diese Arbeit allgemein sehr groß ist, habe ich auch daraus ersehen, daß mir auf Grund der vorstehend erwähnten Veröffentlichung des VDE eine große Zahl von freudigen Zustimmungen und Dank-sagungen für meine Bereitwilligkeit, mich dieser Riesenaufgabe zu widmen, zugegangen sind. Die Notwendigkeit, eine Geschichte der Elektrotechnik zu schaffen, ist schon von vielen anerkannt worden; in einem Aufruf des Vereines deutscher Ingenieure zur Bildung einer Fachgruppe „Geschichte der Technik“ heißt es im Jahre 1931: „Die Ingenieure haben Geschichte gemacht, aber sie haben vergessen, sie zu schreiben. Vieles ist hier nachzuholen. Nicht um Totes wieder lebendig zu machen, nicht um Kuriositäten zu sammeln, nicht nur, um den toten Wissensstoff, der oft neues Leben zu erdrücken droht, zu vermehren, treiben wir die Geschichte der Technik, sondern um aus der Kenntnis des Gewordenen neue Quellen zu erschließen, die uns den Mut und die Kraft geben, das große Neue zu gestalten.“

Die Zahl jener alten Fachgenossen, denen wir die Entwicklung der Elektrotechnik in ihren Anfängen zu verdanken haben, hat schon sehr stark abgenommen, so daß die Dringlichkeit immer größer wird, um die Vorgänge aus den ersten Jahrzehnten der Elektrotechnik noch richtig festhalten zu können. Unterbleibt dies, dann würden die jetzigen und späteren Fachgenossen nicht mehr in der Lage sein, sich auf Grund mündlicher Zeugnisse ein zutreffendes Bild über die erste Entwicklung ihres Faches machen zu können. Aus dem Schrifttum allein ist das nur sehr schwer möglich, weil die vorhandenen Angaben in einer großen Zahl von Zeitschriftenstellen und Büchern verstreut sind, von denen die älteren Ausgaben meistens schwer zur Verfügung stehen. Das Bedürfnis nach einer Geschichte der Elektrotechnik hat Geheimrat Dr. B ü c h e r³⁾ wie folgt gekennzeichnet: „Es fehlt für die Jugend und vielleicht auch für die Älteren eine knapp gehaltene Geschichte der Elektrotechnik, die historisch zuverlässig das Wesentlichste enthält, die vor allen Dingen dem ungemein reizvollen Werdegang so mancher technischen Entwicklung nachspürt, den Wandel der Theorien, das Wachsen und Werden der technischen Erkenntnis so erfaßt und dar-

stellt, daß der Leser sich in das Denken der Pfadfinder hineinleben kann, die Freude des Suchens und Findens miterlebt und selber zum Pfadfinder erzogen wird.“

Bei der heutigen Bedeutung der Elektrotechnik innerhalb der deutschen Wirtschaft besteht auch eine moralische Verpflichtung, ihre Geschichte, die doch einen Teil der Kulturgeschichte Deutschlands darstellt, aufzuzeichnen und der Nachwelt zu erhalten. Auch für den Unterricht und für die Fortbildung ist das Vorhandensein eines solchen Geschichtswerkes von außerordentlich großem Wert. Außerdem kann sich der in der Praxis meist sehr spezialisierte Ingenieur durch ein solches Geschichtswerk eine Übersicht über das ganze Gebiet verschaffen.

Auch bei der Abfassung wissenschaftlicher Arbeiten und bei der Ausarbeitung neuer Wege ist es wichtig zu wissen, was frühere Geschlechter bereits getan haben.

Eine große Schwierigkeit bei der Durchführung eines solchen Geschichtswerkes besteht in der Bemessung seines Umfanges. Wählt man ihn zu groß, so besteht die Gefahr, daß das Buch nur sehr wenig gelesen wird und damit seinen Zweck verfehlt. Ihn sehr klein zu machen, würde aber bedeuten, daß nur ganz allgemein bekannte wichtige Tatsachen zusammengestellt werden könnten, so daß dadurch wenig Erfolg erzielt werden könnte. Es wird also notwendig sein, den goldenen Mittelweg zu gehen. Im wesentlichen beabsichtige ich die Geschichte so zu schreiben, daß die Hauptentwicklungslinie klar hervortritt und dem Leser ein plastisches Bild darüber entsteht, wie aus kleinsten Anfängen heraus die Starkstromtechnik in Deutschland zu ihrer jetzigen Höhe gelangt ist. Hierbei kommt mir zugute, daß ich während meiner 16jährigen Tätigkeit als Generalsekretär des VDE Gelegenheit hatte, fast alle an der ersten Entwicklung beteiligten Fachgenossen kennenzulernen und mit ihnen in ständiger Verbindung und zum Teil in freundschaftlichem Verhältnis zu stehen. Dadurch verfüge ich über viele persönliche Erinnerungen, die verlorengehen würden, wenn sie nicht jetzt noch aufgeschrieben werden. Weiter kann ich erfreulicherweise mitteilen, daß eine größere Zahl alter Fachgenossen ihre Erinnerungen niedergelegt und mir zur Verfügung gestellt haben.

Damit der Umfang des Geschichtswerkes nicht zu groß wird, beabsichtige ich, mich im wesentlichen auf die Entwicklung in Deutschland zu beschränken. Das soll aber nicht ausschließen, daß die wichtigen Leistungen des Auslandes, namentlich soweit sie die Entwicklung bei uns beeinflusst haben, auch behandelt werden.

Als ich mich bereit erklärte, die Abfassung des Geschichtswerkes zu übernehmen, rechnete ich damit, daß dafür etwa fünf Jahre notwendig sein werden. Ich sehe aber jetzt schon, nachdem ich ein Jahr daran gearbeitet habe, daß dieser Zeitraum nicht ausreichen wird, und daß wohl insgesamt mindestens sechs Jahre oder etwas mehr aufgewendet werden müssen, um ein wirklich zuverlässiges Werk herausbringen zu können. Wenn ich eine so ungeheuer große Arbeit meinerseits aufwende, so erscheint es notwendig, daß auch von anderer Seite alles getan wird, um das Ergebnis möglichst vollständig zu gestalten. Das kann aber nur geschehen, wenn von allen Seiten Beiträge zugesteuert werden, um so etwa noch vorhandene Lücken ausfüllen zu können. Wer selbst kein Geschichtsmaterial zur Verfügung hat, aber weiß, wo solches vielleicht zu finden ist, kann auch dadurch beitragen, daß er mir eine diesbezügliche Mitteilung zugehen läßt⁴⁾. Die Arbeit ist so gewaltig, daß sie nur geleistet werden kann, wenn von allen Seiten geholfen wird!

¹⁾ ETZ 56 (1935) S. 359.

²⁾ ETZ 58 (1937) S. 1329.

³⁾ ETZ 56 (1935) S. 360.

⁴⁾ Anschrift des Verfassers s. S. 628 dieses Heftes.

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 315. 668. 3 60 kV-Freileitung und Freiluftstation mit Gußbetonmasten. — Die Niederösterreichische Elektrizitätswirtschafts-AG. hat 1936 zur sicheren Energieübertragung nach dem nördlich der Donau gelegenen Teil ihres Versorgungsgebietes von St. Pölten nach Stockerau eine 60 kV-Leitung errichtet, die durch die bei ihr verwendete Art der Maststützpunkte bemerkenswert ist. Verlegt sind $3 \times 50 \text{ mm}^2$ Cu-Seile, gespannt mit 16 kg/mm^2 . Nur für eine Donaukreuzung wurden Bronzeseile, 95 mm^2 mit 60 kg/mm^2 Bruchlast, gespannt mit 20 kg/mm^2 , benutzt. Mit Ausnahme der Donaukreuzung, wo Eisengittertürme errichtet sind, wurden Gußbetonmaste nach dem Norweger Meeg verwendet.

Diese Maste werden an der Verwendungsstelle hergestellt, und zwar wird die Holzschalung mit eingelegter Eisenarmierung mittels einer Aufstellvorrichtung aufgerichtet und eingelotet, und erst dann erfolgt abschnittsweise die Betonierung. Hierzu sind die Bretter einer Seite der Schalung senkrecht verschiebbar angeordnet. Die Länge der einzelnen Bretter beträgt etwa 1 m. Anfangs werden alle Bretter bis auf das unterste so weit nach oben geschoben, daß zwischen diesem und dem zweiten eine Öffnung von etwa 30 cm entsteht. Durch diese Öffnung wird der Beton eingebracht und so der erste Meter des Mastes hergestellt. Dann wird das zweite Brett nach unten geschoben, so daß sich nun die Öffnung zwischen dem zweiten und dritten Brett befindet. Hierauf erfolgt die Betonherstellung des zweiten Meters und so fort, bis der ganze Mast fertiggestellt ist.

Durch dieses Verfahren soll erreicht werden, daß das Einbringen des Betons und dessen einwandfreie Herstellung immer genau beobachtet werden kann. Ferner soll eine Überwachung über die richtige Lage der Armierungseisen ermöglicht werden, so daß eine richtige Überdeckung mit Beton sichergestellt ist. Durch das Eigengewicht wird angeblich ein dichtes Gefüge erzielt und dadurch eine große Festigkeit erreicht. Als wesentlicher Vorteil dieser Herstellungsart wird der Umstand angesehen, daß eine Vorbeanspruchung während des Stellsens vermieden wird. Da diese Sonderbeanspruchung größer als die übliche ist, soll eine schwächere Bemessung der Maste erfolgen können. Schließlich braucht auch das Stellgerät nicht so schwer zu sein, da ja nur das leere Schalgerüst und die Eisenarmierung aufgerichtet zu werden brauchen.

Die Phasenseile sind bei der Leitung in einer Ebene angeordnet. Aus diesem Grunde sind die Maste an ihrer Spitze laternenförmig gegabelt. Der Querträger ist bei den Sondermasten aus feuerverzinktem Profileisen, bei den Tragmasten aus mit Teeröl imprägniertem Lärchenholz, das durchgehend auf 18 cm Dmr. abgedreht worden ist. Die Befestigung der Holzquerträger mit dem Betonmastschacht erfolgt durch Schellen, um eine Durchbohrung des Holzes zu vermeiden.

Auf die Anbringung eines Erdseiles ist verzichtet worden. Lediglich eine kurze Strecke von 1,25 km vor dem Umspannwerk Stockerau hat zum Schutze der Station ein Erdseil erhalten; auf diesem Teilabschnitt ist die Leiteranordnung in Dreieckform erfolgt. Für das Umspannwerk Stockerau ist erstmalig in Österreich eine Freiluftausführung mit Eisenbetongerüsten gewählt worden. Als Blitzschutz sind über die Station Erdseile gespannt. Die Erdseile sind mit den Armierungseisen der Stützpunkte leitend verbunden und diese wiederum untereinander. Durch dieses gegenseitig leitende Zusammenschließen und durch die Verwendung von Rohrerdern wurde eine gute Erdung der Stationsgerüste mit nur $0,25 \Omega$ Erdübergangswiderstand erzielt. [J. Handler, Elektrotechn. u. Masch.-Bau 56 (1938) S. 1; 11 S., 17 Abb.] Lk.

Elektrische Maschinen.

621. 385 3. 072. 2 : 621. 313. 2. 018. 3 Einfluß der Spannungseigenschaft auf die Feinregelung eines Gleichstromgenerators mittels Verstärkerröhren. — Die Arbeitsweise der Röhrenfeinregler für Gleichstrommaschinen wird bekanntlich nachteilig beeinflusst durch die vom Stromwender herrührenden Oberwellen der Spannung. Wegen der Gegenschal-

tung einer konstanten Vergleichsspannung treten nämlich die Oberwellen im Verstärkerkreis übermäßig hervor. Die Verfasser finden, daß die Regler verschieden eingestellt werden mußten, je nachdem ob bei Strom- oder bei Drehzahlsschwankungen die Spannung möglichst konstant gehalten werden soll. Durch Parallelschaltung eines Elektrolytkondensators zum Gleichstromverbraucher werden die Störeinflüsse beseitigt. Das Ergebnis der Untersuchungen ist in Form von Kennlinien dargestellt. [K. Awaya, M. Emi u. S. Hasegawa, Electrotechn. J., Tokio 2 (1938) S. 6; $3\frac{1}{2}$ S., 7 Abb.] v. I.

621. 313. 333. 2 Das synchrone Schleichen des Induktionsmotors. — Beim Induktionsmotor mit Käfigläufer treten zusätzliche synchrone Drehmomente auf, wenn der Quotient $p(n-1)/N$ gleich einer ganzen Zahl ist. p ist hier die Polpaarzahl, N die Stabzahl des Läufers und $n = 6d \pm 1$, wo $d = 1, 2, 3, \dots$ zu setzen ist. Die synchronen Drehmomente treten auf bei der Winkelgeschwindigkeit $\omega' = 2\omega/(n+1)$, wenn $n = 6d + 1$ und bei der Winkelgeschwindigkeit $\omega' = -2\omega/(n-1)$, wenn $n = 6d - 1$. ω ist die der Netzfrequenz entsprechende Winkelgeschwindigkeit. Die Größe des synchronen

Drehmomentes kann mit Hilfe der Gleichung $T = \sum i_1 i_2 \frac{dM}{d\theta}$ ermittelt werden. Gleichungen für die Berechnung der Ströme i_1 und i_2 in der Ständer- und Läuferwicklung werden angegeben und Formeln zur Berechnung der Gegeninduktivität M abgeleitet. θ ist der Winkel zwischen den beiden Wicklungsachsen. [Y. Hasumi, Electrotechn. J., Tokio 2 (1938) S. 14; 2 S., 3 Abb.] Ray.

Geräte und Stromrichter.

621. 316. 923. 1 Neuer Weg im Bau überstromträger Schmelzsicherungen. — Die überstromträge Schmelzsicherung besitzt einen stark im Querschnitt erhöhten Feinsilberschmelzleiter, der bei Belastung mit dem zugehörigen größten Prüfstrom nur noch etwa 450°C erreicht, also wesentlich unter dem Schmelzpunkt des Feinsilbers von 961°C bleibt. Anordnungen von Zinn, Blei, Kadmium usw. längs des Schmelzleiters bilden bei einer länger andauernden Belastung in Temperaturbereichen zwischen 400° bis 500° nunmehr mit dem Feinsilberschmelzleiter neue Legierungen, deren Schmelzpunkt in diesem Temperaturbereich liegt und führen damit die Abschaltung herbei. Die bisher bekannt gewordenen Bauarten beruhen alle auf dem Prinzip der Legierungsbildung oder machen sich allein den niedrigen Schmelzpunkt von Zinn, Blei, Kadmium usw. zunutze.

Bei derartigen Schmelzsicherungen ist jedoch der Tragheit eine ganz bestimmte Grenze gezogen, die einmal von dem nicht weiter zu verminderten Legierungsschmelzpunkt abhängig ist und zum anderen darunter leidet, daß bei hohen Überlastungen in Temperaturbereichen über 500° die Legierungsbildner außerordentlich schnell arbeiten und so die Trägheitszeiten unerwünscht kurz halten.

Durch Anbringung von nichtmetallischen Reaktionsstoffen längs des Feinsilberschmelzleiters, zweckmäßigerweise an dem Punkt der größten Wärmeentwicklung, und zwar nichtleitenden Salzen und Salzgemischen, die die Eigenschaft haben, bei genau vorbestimmten Temperaturen und genau vorbestimmten Zeiten den Feinsilberschmelzleiter zu zerlegen und neue, meistens nichtleitende Verbindungen zu bilden und damit die Abschaltung herbeizuführen, ist ein Mittel gegeben, die oben erwähnten, nicht erwünschten Eigenschaften zu beseitigen. Es hat sich als wertvoll herausgestellt, diese Salzgemische mit Feinsilber zu binden und etwa eine Schmelze aus diesen Verbindungen im Tauchverfahren in Form von kleinen mechanisch festen Schmelzperlen auf den vorbereiteten Feinsilberschmelzleiter aufzutragen.

Für die Sicherungen kommen drei Arbeitsbereiche in Betracht:

1. Normaler Arbeitsbereich bei Dauerlasten bis zum Nennstrom (Innentemperaturen bis etwa 3 bis 400°),

2. gefährlicher Arbeitsbereich bei zu hohen Dauerlasten (1,3- bis 2fachem des Nennstromes, Innentemperaturen bei etwa 400 bis 500°).
3. ungefährlicher Arbeitsbereich bei kurzfristigen Überlastungen (etwa 2- bis 6fachem des Nennstromes, Innentemperaturen bei etwa 500 bis 900°).

Zu 1. Hier erfüllt diese überstromträge D-Patrone ihre Aufgaben wie jede normale flinke Patrone, denn außerhalb Zeit und Temperatur tritt im normalen Arbeitsbereich keinerlei Veränderung des inneren Widerstandes der Patrone ein, die Salze bzw. Salzgemische werden in diesem Bereich durch die entstehende Wärme noch unverändert bleiben und den Schmelzdraht nicht angreifen.

Zu 2. In diesem Arbeitsbereich werden bei Erreichung einer Innentemperatur von etwa 485° alle Dauerströme innerhalb 10 bis 60 min je nach Nennstromstärke einwandfrei und sicher abgeschaltet. Der Hauptgrund für diese Genauigkeit ist darin zu suchen, daß die angewandten Reaktionsstoffe bereits in ihrer Herstellung eine Vorbehandlung durchgemacht haben, so daß sie den Feinsilberschmelzleiter höchster Leitfähigkeit allmählich an vorbestimmter Stelle in eine elektrisch nichtleitende Verbindung umwandeln.

Zu 3. Am interessantesten ist der Vorgang der Aufgabenerfüllung bei hohen kurzfristigen Überlastungen bei Innentemperaturen von 500° bis 900° C. (Abb. 1 u. 2).

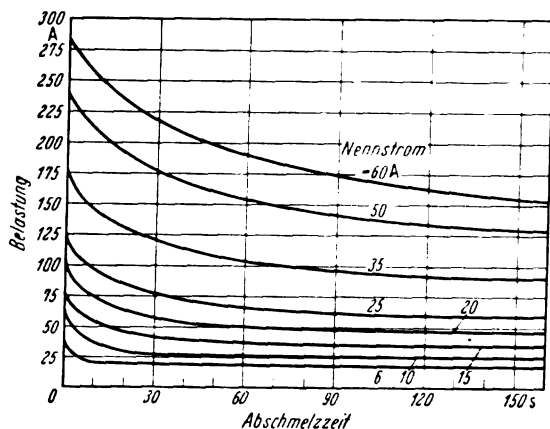


Abb. 1. Überstromträge Schmelzsicherungen von 0 bis 80 A, 500 V.

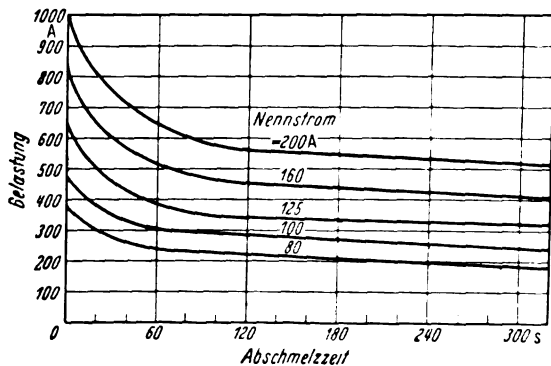


Abb. 2. Überstromträge Schmelzsicherungen von 80 bis 200 A, 500 V.

Die Umwandlung des Feinsilbers ist in erster Linie eine Frage der Zeiteinwirkung und erst in zweiter Linie eine Funktion der entstandenen Innentemperaturen. Praktisch hat dies zur Folge, daß selbst bei allerhöchster Überlastung, soweit sie für den betreffenden Feinsilberquerschnitt überhaupt tragbar ist, in den ersten Zeitbruchteilen der Überlastung kein Angriff auf das Schmelzband stattfindet und erst bei längeren Zeiten die Umwandlung eintritt. Die Patrone büßt hierdurch bei hohen Überlastungen in Zeiten bis etwa zwei Sekunden auch nicht den geringsten Grad an Leitfähigkeit ein, d. h. die Trägheit erlahmt nie, erfährt nie eine Minderung in dem Aufgabenbereich, für den diese überstromträge Patrone eigentlich erst geschaffen wurde. Als weiterer wesentlicher Vorzug des angewandten elektrochemischen Verfahrens sei noch zu erwähnen, daß sich bei verschiedener gewählter Zusammensetzung der Reaktionsstoffe und verschiedener Vorbehandlung der einzelnen Salze praktisch jeder gewünschte Trägheitsgrad herstellen läßt.

Rudolf Bogenschütz.

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 333. 4 : 621. 315. 2 **Fehlerortsbestimmung in gasgefüllten Kabeln.** — I. M. Walton beschreibt zwei Meßverfahren zur Eingrenzung von Kabelmantelfehlern in Kabeln, die vorher mit einem Gas gefüllt wurden. Die bisher gebräuchlichen elektrischen Fehlerortsbestimmungen setzen kostspielige Geräte mit gut geschultem Personal voraus. Außerdem ist bei der elektrischen Messung die Unterbrechung der Stromkreise nicht zu vermeiden. Diese Mängel sollen durch die genannten Verfahren beseitigt werden.

Die Meßverfahren mit gasgefüllten Kabeln wurden in Südamerika, Spanien und den V. S. Amerika mit Erfolg angewendet. Beim ersten Verfahren wird das verlegte Kabel mit Kohlensäure unter Druck gefüllt. Wird der Druck nicht gehalten, so liegt ein Mantelfehler vor. Größere Fehler wird man unmittelbar an dem ausströmenden Gas bemerken können. Kleinere Fehler stellt man fest, indem man die verdächtige Stelle mit einer Seifenlösung überstreicht. Ist im Mantel auf diese Weise trotz Druckveränderung der Fehler nicht zu ermitteln, so muß der Gasdruck an mehreren Stellen längs des Kabels gemessen werden. Die Ergebnisse werden graphisch dargestellt. Nach einer aus dieser graphischen Darstellung gewonnenen Kurve läßt sich dann die Fehlerstelle ablesen. Zunächst wird man bei der ersten Messung den Fehler nur auf eine größere Strecke eingrenzen können. Die eingegrenzte Strecke ist dann erneut auf Druck zu untersuchen, bis man soweit gekommen ist, daß man die vermutliche Fehlerstelle mit einer Seifenlösung überstreichen und an der Blasenbildung die Fehlerstelle endgültig feststellen kann.

Für die Untersuchungen längs des Kabels ist eine Reihe Ventile einzuschalten. Ein derartiges Ventil wird im einzelnen beschrieben. Es hält einen Innendruck von rd. 2,8 at aus, ehe es sich öffnet. Bei Röhrenkabeln würde in jedem Kabelschacht ein Ventil anzubringen sein, bei den anderen Kabeln genügen größere Entfernungen für die Einschaltung. Gemessen werden die Drücke mit einem Meßinstrument nach Bourdon.

Bei dem zweiten Meßverfahren wird gleichfalls das Kabel mit Kohlensäure unter einem Druck von rd. 1,6 at gefüllt. Das Kabel ist in Teile von etwa 12 km Länge eingeteilt. Jeder Abschnitt ist mit einem Druckanzeiger versehen, der anspricht, wenn der Druck auf etwa 1 at gesunken ist. Dann werden entlang dieser Strecke eine Reihe von Druckmessungen gemacht, die in einer Kurve zusammengestellt die Fehlerquelle ergeben. [I. M. Walton, Post Off. electr. Engrs. J. 30 (1937) S. 237; 2 1/2 S., 5 Abb.] Kbr.

Lichttechnik.

535. 376 : 621. 327. 3 **Versuche mit nachleuchtenden Leuchtstoffen.** — Das Nachleuchten rührt von Elektronen her, die durch die Absorption der erregenden Strahlung im Kristall in einen stabilen Zustand höherer Energie gelangt sind, in dem sie so lange verweilen, bis sie, durch die Wärmebewegung des Kristallgitters veranlaßt, wieder in den Zustand niedrigerer Energie zurückkehren, wobei ein der Energiedifferenz entsprechendes Lichtquant ausgesandt wird. Der zeitliche Verlauf des Nachleuchtens zeigt im einfachsten Fall ein exponentielles Abklingen.

Das Momentanleuchten, das Leuchten während der Erregung, rührt von den lichtelektrisch befreiten Elektronen her, die sogleich wieder in den energieärmeren Zustand zurückkehren; die Wärmebewegung des Kristallgitters ist hierauf ohne Einfluß. Bei Bestrahlung eines unerregten Leuchtschirmes von langer Nachleuchtdauer zeigt das Momentanleuchten ein allmähliches Anklingen, denn die lichtelektrisch befreiten Elektronen werden zunächst vorwiegend für das Nachleuchten „aufgespart“; erst allmählich kehren mehr und mehr Elektronen sogleich in den energieärmeren Zustand zurück. Der zeitliche Verlauf des Momentanleuchtens ist ein allmähliches Anwachsen bis zur Erreichung eines Endwertes.

Es wurde gezeigt, daß durch Verminderung der Wärmebewegung des Kristallgitters, also durch Abkühlen, die Helligkeit des Nachleuchtens vermindert und die Nachleuchtdauer verlängert wird (Einfrieren), daß durch mäßige Temperaturerhöhung dagegen die Helligkeit vergrößert, die Nachleuchtdauer aber verkürzt wird (Ausleuchtung). Das Momentanleuchten wird von diesen Temperaturen nicht beeinflusst.

Statt durch Temperaturerhöhung kann man die Ausleuchtung auch durch Ultrarotstrahlung hervorrufen. Bildet man eine Glühwendel durch ein Ultrarotfilter auf einem nachleuchtenden Leuchtschirm ab, so erscheint das Bild der Wendel zunächst hell; die Helligkeit klingt aber rasch ab, da die ganze im

Leuchtstoff gespeicherte Lichtsumme in kurzer Zeit ausgetrieben wird. Zum Schluß erscheint das Bild der Wendel dunkel auf dem nachleuchtenden Leuchtschirm. Durch eine starke Temperaturerhöhung (100 bis 300°) wird der Leuchtmechanismus so gestört, daß trotz der Erregung kein Momentanleuchten auftritt, bei Abkühlung erscheint das Momentanleuchten wieder.

Dieselbe Erscheinung wird durch kurzwellige, nahe der Sichtbarkeitsgrenze liegende Ultrarotstrahlung bewirkt (Tilgung): Bildet man wieder die Ultrarotstrahlung einer Glühwendel auf einem Leuchtschirm ab, der gleichzeitig erregt wird, so erscheint das Bild der Wendel unmittelbar auf dem hell leuchtenden Schirm. Auch die im Nachleuchten aufgespeicherte Lichtsumme läßt sich durch kurzwellige Ultrarotstrahlung tilgen.

Die Zink- und Kadmiumsulfid-Leuchtstoffe, an denen diese Versuche vorgeführt wurden, werden in der Beleuchtungstechnik u. a. in den Quecksilber-Hochdrucklampen verwendet, wo eine in der Außenhülle der Quecksilberlampe angebrachte Leuchtstoffschicht durch Umwandlung der unsichtbaren Ultraviolettstrahlung der Quecksilberentladung sichtbare, gelbrote Strahlung erzeugt und so der Quecksilberstrahlung das fehlende Rot hinzufügt, wodurch außer einer Erhöhung der Lichtausbeute die Farbwiedergabe erheblich verbessert wird.

Besonders wichtig für die Beleuchtungstechnik sind die durch kurzwellige Ultraviolettstrahlung zum Leuchten erregbaren Silikat- und Wolframatleuchtstoffe, mit denen man die Lichtausbeute einer Quecksilber-Niederdruckröhre auf das sechs- bis achtfache, in einzelnen Fällen auf das fünfzehnfache steigern und jede gewünschte Farbe erzeugen kann. Diese Röhren werden in der Reklamebeleuchtung vielfach benutzt.

Für die Verwendung der gelblichweißen und rötlichweißen Leuchtstoff-Entladungsröhren zur Innenraumbeleuchtung ist das Nachleuchten der Leuchtstoffe besonders bedeutungsvoll, weil es die Dunkelpausen, die den wechselstrombetriebenen Entladungsröhren eigentümlich sind, so weit überbrückt, daß ein Flimmern der Beleuchtung nicht auftritt. Es wurde gezeigt, daß die „Welligkeit“ des Lichtstromes einer gelblichweißen Leuchtstoff-Entladungsröhre für Innenraumbeleuchtung nur etwa ebenso groß ist wie bei Glühlampen gleicher Lichtstärke, die normalerweise eine flimmerfreie Beleuchtung ergeben¹⁾. [Vortrag²⁾ von E. G. Andresen auf der Sitzung der Bezirksgruppe Berlin der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft e. V. (DLTG) am 13. 1. 1938.] Sb.

Verkehrstechnik.

621. 335. 4 : 656. 27 Verkehrsverbesserung durch elektrische Triebwagenzüge. — In dem Wettstreit zwischen Schienenbahnen und Straßenverkehr ist eine Erhöhung der Reisegeschwindigkeit auf den Hauptstrecken zur Verbindung großer Städte erfolglos, wenn nicht gleichzeitig der Zubringerdienst auf den Nebenstrecken schnellere und bessere Verbindungsmöglichkeiten schafft. Die Leistungsfähigkeit dieser Nebenstrecken wird durch die leichte Bauart der Gleisanlagen begrenzt. Neuzeitliche Dampflokomotiven haben eine Leistung je Gewichtseinheit von 11 bis 13 kW/t, während die neuen französischen elektrischen Lokomotiven 25,5 kW/t ergeben. Unter den elektrischen Triebwagen ist ein Leichtgewichtswagen der Schweiz mit 18,7 kW/t der günstigste, französische und englische Triebwagen liegen bei 15,5 bis 17 kW/t. Für die Verkehrsverbesserung auf Nebenstrecken sind elektrische Triebwagen am besten geeignet. Sie haben die Antriebskraft über die ganze Zuglänge verteilt, was gerade für leichten Streckenbau sehr vorteilhaft ist. Versuche auf der Pennsylvaniaabahn haben ergeben, daß der Bau und die Verteilung der Drehgestelle für die Schonung der Geise und Unterbauten ebenso wichtig sind wie die Lage des Schwerpunktes. Beim elektrischen Triebwagenzug kann man hierauf am einfachsten Rücksicht nehmen. Triebwagenzüge können Kurven mit höherer Geschwindigkeit befahren als von Lokomotiven angetriebene Züge. Für den Personenverkehr auf Nebenstrecken finden daher elektrische Triebwagen immer mehr Verwendung. Lokomotivantrieb wird in Zukunft mehr auf Gütertransport und den Rangierbetrieb beschränkt werden. [F. J. Teago, Electr. Rev., Lond. 122 (1938) S. 119; 2 S., 0 Abb.] Dtl.

621. 34. 033. 44 : 629. 123 (42) Ein neues englisches diesel-elektrisches Schiff. — Das Zweischraubenschiff „Patricia“ ist für die Corporation of Trinity House kürzlich erbaut worden. Das Schiff ist eine Yacht, welche die Inspektoren der Gesellschaft zu den Leuchttürmen und Feuerschiffen an der englischen

Küste bringen und Ersatzmannschaften austauschen soll. Es hat seine Probefahrten inzwischen erfolgreich beendet und dabei eine Geschwindigkeit von 14 Knoten in 24stündiger Fahrt erreicht. Für den Antrieb sind zwei Viertakt-Sechszylinder-Schwerölmotoren mit 375 U/min und je 755 PS vorgesehen, die direkt gekuppelt sind mit je einer Gleichstrommaschine von 518 kW, 550 V und je einem Hilfsgenerator von 48 kW, 220 V zur Speisung der Hilfsmaschinen. Für denselben Zweck sind noch zwei unabhängige Maschinensätze vorhanden, bestehend aus je einem 60 kW-, 220 V-Generator und einem raschlaufenden Ölmotor. Die Schraubenmotoren leisten je 665 PS bei 200 U/min und haben künstliche Lüftung durch einen besonderen Ventilator. Sie sind mit den Schiffsschrauben unter Vermittlung von Michell-Drucklagern direkt gekuppelt.

Zwei Erregersätze (einer zur Reserve) sind zur Speisung der Felder der Hauptmaschinen und Schraubenmotoren vorgesehen. Jeder Satz besteht aus einem Antriebsmotor, einer Erregermaschine für die Hauptgeneratoren und zwei Erregermaschinen für die Schraubenmotoren. Ein Maschinentelegraph auf der Brücke hat sechs Vorwärtsstellungen für 30, 65, 100, 135, 170 und 200 U/min und vier Rückwärtsstellungen für 30, 65, 135 und 200 U/min. [Electr. Rev., Lond. 122 (1938) S. 158; 1 S., 1 Abb. — Engineering 145 (1938) S. 144; 1½ S., 14 Abb.] A. St.

Bergbau und Hütte.

621. 365. 52. 029. 5 : 669. 18 Einige Anwendungen des Hochfrequenzofens in der Stahlgießerei. — Die Ergebnisse verschiedener in letzter Zeit errichteter Hochfrequenzofenanlagen für die Herstellung von Stahlguß besagen, daß die Erwartungen in bezug auf Anpassungsfähigkeit der Schmelzanlage an den Schmelzplan, auf Ersparnisse der Schmelzkosten, der Handarbeit, Beschaffenheit der erzeugten Stähle, Treffsicherheit der Stahlzusammensetzungen und schließlich in bezug auf die günstigen Arbeitsbedingungen vollauf erfüllt worden sind. Die Haltbarkeit des feuerfesten Futters ist zwar infolge der höheren Gießtemperaturen bei der Herstellung von Stahlguß geringer als beim Gießen von Stahlblöcken, doch erscheinen die Ausgaben hierzu bei einer Haltbarkeit des Futters von 50 bis 100 Schmelzungen gering, zumal das vollständige Futter eines 500 kg-Ofens in nur wenigen Stunden von einem einzigen Arbeiter erneuert werden kann. Auch die Ausgaben für die Unterhaltung der Öfen, die zuerst als mehr oder weniger belastend angesehen wurden, sind heute infolge Verbesserung der Kondensatoren äußerst gering.

In französischen, mit Hochfrequenzöfen arbeitenden Stahlwerken wurden an Stahlgußstücken folgende Mittelwerte erzielt:

- a) halbweicher Stahl: 51,6 kg/mm² Zerreißfestigkeit, 29% Dehnung, 31,3 kg/mm² Elastizitätsgrenze,
- b) weicher Stahl: 44,2 kg/mm² Zerreißfestigkeit, 27,6% Dehnung, 113,6 kg/mm² Elastizitätsgrenze,
- c) halbharter Stahl: 59 kg/mm² Zerreißfestigkeit, 24% Dehnung, 34 kg/mm² Elastizitätsgrenze,
- d) Nickel-Chrom-Stahl: 68 kg/mm² Zerreißfestigkeit, 18,5% Dehnung.

Die Schmelzpraxis bei der Anwendung von Hochfrequenzöfen hat erwiesen, daß die Feinung des Stahlbades mit Erfolg durchgeführt werden kann, wobei aus beliebigen Einsätzen hohe Reinheitsgrade erzielt werden können. So hat ein aus Stahlschrott und verschiedenen Eisenabfällen erzeugter halbweicher Stahl einen Gehalt an Phosphor von nur 0,020% und an Schwefel von nur 0,008%. [J. Minssieux, J. Four électr. 47 (1938) S. 55; 7 S., 6 Abb.] Kp.

Fernmeldetechnik.

621. 395. 44 Vielfachausnutzung von Freileitungen durch neuzeitliche Dreifach-Trägerfrequenzsysteme (T₁/T₃-Systeme). — In vielen Ländern ist auch heute noch die Freileitung alleiniger Träger des Weitfernsprechverkehrs. Bei rein niederfrequentem Zweidrahtbetrieb ist jedoch die Wirtschaftlichkeit gering und die Übertragungsgüte für den Weitverkehr nicht ausreichend. Durch Mehrfachausnutzung der Leitungen mit Hilfe neuzeitlicher Trägerverbindungen werden hochwertige und wirtschaftliche Sprechwege für den Weitverkehr geschaffen. Die Reichweite der Trägerverbindungen kann im Gegensatz zu Zweidrahtverbindungen durch Einschaltung von Zwischenverstärkern ohne Verringerung der Stabilität beliebig erhöht werden. Die Trägerfernsprechsysteme für Freileitungen müssen jedoch den Eigenheiten der Freileitungen, insbesondere den Schwankungen der Dämpfung und der Dämp-

¹⁾ E. G. Andresen, Licht 7 (1937) S. 235.

²⁾ Erschienen in der Zeitschrift: Das Licht 8 (1938) S. 51.

fungsverzerrung sorgfältig angepaßt werden. Die größte überbrückbare Verstärkerfeldlänge, die einerseits durch den höchstzulässigen Sendepiegel, andererseits durch den mit Rücksicht auf den Störpegel der Freileitungen zulässigen Mindestempfangspegel bestimmt wird, ist bei den T-Systemen 300 bis 400 km, also ebenso groß wie bei den NF-Zweidrahtverbindungen. Trägerunterdrückung und Einseitenbandübertragung ermöglichen die gemeinsame störungsfreie Übertragung mehrerer Kanäle in Gruppenverstärkern der Endapparate und Zwischenverstärker (Abb. 3). Die Verwendung von zwei verschiedenen,

Beschaufelung von 21 verschiedenen Turbinen veranschaulicht. Die Dampffuchtigkeit tritt in Form von Tropfen auf. Versuche und Überlegungen führen zu dem Ergebnis, daß der Grad der Schaufelabzehrung quadratisch sowohl mit der Aufprallgeschwindigkeit als auch mit der Größe der Tropfen wächst. Eine rechnerische Bestimmung dieser beiden Größen führt nicht zum Ziel, so daß man darauf angewiesen ist, die notwendigen Rückschlüsse aus den Merkmalen zu ziehen, die man in der Turbine selbst vorfindet. Diese Merkmale werden nachgewiesen und aus ihnen läßt sich in einwandfreier Weise die Aufprall-

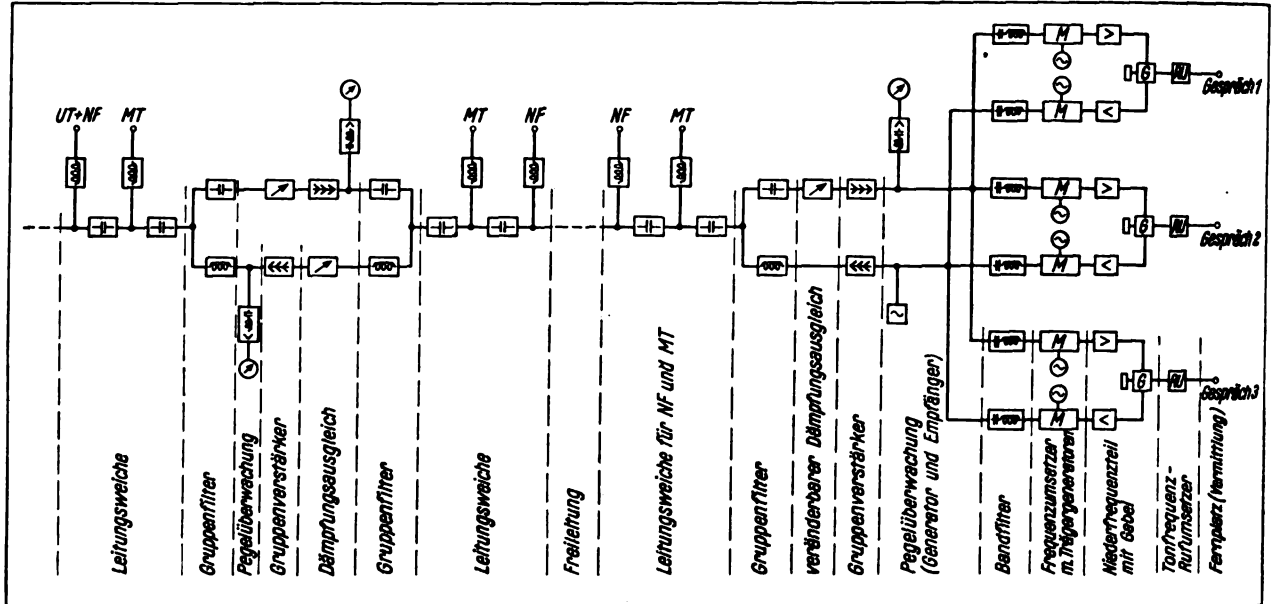


Abb. 3. Blockschaltbild einer Endeinrichtung und eines Zwischenverstärkers beim T-System.

gegeneinander versetzten Frequenzschemen bei den T-Systemen, wodurch etwa auftretendes Fern-Nebensprechen unverständlich wird, erleichtert eine trägerfrequente Ausnutzung mehrerer Doppelleitungen eines Gestänges. An Hand des Frequenzschemas zeigt L. Graf, wie z. B. zwei Doppelleitungen eines Gestänges äußerst wirtschaftlich ausgenutzt werden können. Die Schaltung der Endapparate und Zwischenverstärker wird näher beschrieben. Um die Verstärkung der Zwischenämter und des Empfangsteils der Endeinrichtung stets der veränderlichen Freileitungsdämpfung anpassen zu können, ist für jede Übertragungsrichtung ein besonderes Pegelüberwachungssystem vorgesehen, das bei besonders langen oder sehr wichtigen Verbindungen mit selbsttätiger Pegelreglung ausgestattet wird.

Die Kanäle der T-Systeme sind zur praktisch verzerrungsfreien Übertragung von 18fach-Wechselstromtelegraphie geeignet. Die technischen Einrichtungen sind nach dem Baukastenprinzip ausgeführt und demgemäß leicht auswechselbar in Gestellen vereinigt. Eine eingehende Beschreibung mit Abbildungen läßt den praktischen Aufbau erkennen, und eine Zahlentafel gibt über Reichweite, Übertragungseigenschaften und Stromverbrauch Aufschluß. Zu Bedienungs- und Überwachungszwecken sind an jedem Gestell Anschaltmöglichkeiten gegeben. Ebenso kann an den Endämtern eine Abfrageeinrichtung angeschaltet werden. Auch sind für den Dienstverkehr die Endeinrichtungen und Zwischenverstärker mit einem Morsetelegraphiezusatz versehen, der auf der Trägerleitung (wenn nicht UT vorhanden) oder auf einer beliebigen anderen Leitung betrieben werden kann. [L. Graf, Siemens-Z. 18 (1938) S. 16; 6 S., 5 Abb.] Kdn.

Allgemeiner Maschinenbau.

621. 165 : 620. 19 **Haltbarkeit von Dampfturbinenschaukeln gegen die Wasserwirkung durch Dampfnebenne.** — Eine Arbeit von E. Pohl gibt einleitend neben einem Diagramm, das in einfacher Weise die Ermittlung der Feuchtigkeit des Dampfes gestattet, einen Überblick über die z. Z. bekannten Mittel zur Erhöhung der Lebensdauer von Schaukeln, wobei eine Bildtafel den im Betrieb entstandenen Zustand der

geschwindigkeit errechnen. Bezüglich der Tropfengröße ergibt sich, daß das Wasser, welches in der Mitte des Leitkanals frei wird, in so fein verteiltem Zustand auftritt, daß Abzehrungen noch nicht entstehen, während sich im Bereich der Wände das Wasser zu Tropfen zusammenballt, die eine solche Größe erreichen können, daß sie Abzehrungen erzeugen. Da eine völlige Ausschaltung solcher Wassertropfen nicht möglich ist, muß der Konstrukteur einen Schaufelwerkstoff suchen, der den Beanspruchungen einen möglichst großen Widerstand entgegensetzt. Eine solche Auswahl ist jedoch nur möglich, wenn die Art der Beanspruchung bekannt ist. Es wird gezeigt, daß der Tropfenschlag mit einer Dauerbeanspruchung verglichen werden kann und daher die Schwingungsfestigkeit des Werkstoffes den Maßstab für seinen Widerstand gegen den Aufprall der Wassertropfen angibt. [E. Pohl, Dissertation T. H. Berlin 1937; 26 S., 2 Tafeln, 47 Abb.] eb.

Verschiedenes.

Deutsche Gelehrte (Techniker) im Ausland.

Auf Einladung der mechanischen Fakultät an der lettischen Universität in Riga¹⁾, die vor ihrer Eingliederung in die lettische Universität als selbständiges Polytechnikum auf eine 60jährige Tradition zurückblicken konnte, hielt Herr Prof. Dipl.-Ing. R. Schneider VDE von der T. H. Darmstadt zwei Gastvorträge aus seinem Fachgebiet²⁾. Er sprach am 24. 3. über das Thema: „Der gegenwärtige Stand in der Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft“ und erörterte dabei neben einschlägigen Fragen dieses Gebietes auch das vor Erlaß des Energiewirtschaftsgesetzes im Reich strittige Problem der zentralen oder dezentralen Elektrizitätsversorgung. Am 25. 3. sprach Herr Prof. Schneider über: „Die Kostenrechnung als Grundlage der Preis- und Tarifbildung“. Beide Vorträge fanden großes Interesse und wurden durch reichen Beifall einer an beiden Abenden sehr zahlreich erschienenen Zuhörerschaft belohnt.

¹⁾ Die Universität in Riga wurde nach der lettischen Staatsgründung ins Leben gerufen; sie umfaßt alle Disziplinen der Wissenschaft mit Ausnahme des Bergbaues und hat zur Zeit 6500 Studierende.

²⁾ Vgl. R. Schneider, Die elektrische Energiewirtschaft, Berlin, Julius Springer 1936.

AUS ERZEUGUNG UND VERBRAUCH.

Die Elektrizitätswirtschaft in Japan.

621. 311. +. 312. 003. I (52)

Die Anfänge einer eigenen japanischen Elektrizitätswirtschaft liegen im Jahre 1887. Damals wurde die „Tokyo Electric Light Company“ gegründet. Von einer nur sehr geringen Erzeugung dieser Gesellschaft in dem genannten Jahre ausgehend, hat sich die Elektrizitätswirtschaft zu einem der kapitalkräftigsten Wirtschaftszweige im Bereich der industriellen Betätigung des Landes entwickelt. Diese überaus schnelle Entwicklung wurde hauptsächlich durch das reichliche Vorhandensein von Wasserkraft begünstigt. Japan besitzt eine große Zahl von Flüssen und Seen, die der Stromerzeugung dienstbar gemacht wurden und deren Kräfte noch mehr ausgenutzt werden können.

In den ersten 15 Jahren waren die Wärmekraftquellen für die Stromerzeugung ausschlaggebend, da die Erstellung dieser Anlagen wesentlich gewinnbringender war als der Bau von Wasserkraftwerken. Mit der Steigerung der Kohlenpreise und den verbesserten Übertragungsmöglichkeiten elektrischer Energie wuchs jedoch die Zahl der Wasserkraftanlagen sehr schnell an, so daß schon im Jahre 1912 die Wasserkraftanlagen hinsichtlich der erzeugten Strommenge die Wärmekraftanlagen überflügelt hatten. Die Leistung der Wasserkraftwerke betrug Ende 1912 233 339 kW gegenüber 228 864 kW bei den Wärmekraftwerken. Die Gesamtleistung in Höhe von 460 000 kW hatte sich in dem Jahrzehnt von 1902 bis 1912 verzehnfacht. Ende 1922 betrug die Gesamtleistung schon 1,8 Mill kW, von der 1,1 Mill kW auf Wasserkraftanlagen und 709 112 kW auf Wärmekraftanlagen entfielen. Bis Ende 1936 ist die Leistung der Wasserkraftwerke weiterhin auf 3,759 Mill kW und die der Wärmekraftwerke auf 3,018 Mill kW angewachsen. Die gesamte installierte

Leistung bezifferte sich demnach 1937 auf 6,777 Mill kW (Zahlentafel 1).

Um der wachsenden Nachfrage nach elektrischer Energie gerecht zu werden, entwarf das zuständige Ressort der japanischen Regierung ein Programm für die zusätzliche Erstellung von Erzeugungsanlagen mit einer Nennleistung von insgesamt 1,795 Mill kW (davon 955 000 kW in Wasserkraftwerken und 840 000 kW in Wärmekraftanlagen). Der Ausbau, der im Finanzjahr 1936/37 begann, soll in fünf Jahren beendet sein.

Ende 1936 gab es in Japan 767 Elektrizitätsunternehmen; davon 613 Lieferungsunternehmen und 156 Gesellschaften für elektrische Eisenbahnen. Die seit 1934 festzustellende Tendenz des Rückganges der Gesamtzahl der Unternehmen (1927: 728, 1933: 818, 1934: 804, 1935: 788) hat sich demnach durch Verschmelzungen und Vereinigungen verschiedener Gesellschaften weiter fortgesetzt (Zahlentafel 2).

Die Eigenanlagen weisen demgegenüber seit 1927 eine ununterbrochene Zunahme von 5223 Werken auf 9099 Werke im Jahre 1936 auf. Nach den Angaben der Denki Kyokai (Japanische Elektrizitätsvereinigung) wurde die Gesamtleistung der Eigenanlagen der Industrie im Jahre 1936 auf 983 450 kW geschätzt, von der 107 787 kW auf Wasserkraftwerke und der Rest auf Wärmekraftwerke und andere Kraftquellen (Gas und Öl) entfiel.

Die drei größten japanischen Stromerzeugungsgebiete sind: Kei-Hin (um Tokyo und Yokohama), Chukyo (um Nagoya) und Kei-Han (um Kyoto, Osaka und Kobe).

Zahlentafel 1. Installierte Leistung in 1000 kW.

Jahr	Wasserkraftwerke			Wärmekraftwerke			Sämtliche Werke		
	Inst. Leistung der öffentl. Anlagen	Leistung der Eigenanlagen	zusammen	Inst. Leistung der öffentl. Anlagen	Leistung der Eigenanlagen	zusammen	inst. Leistung der öffentl. Anlagen	Leistung der Eigenanlagen	zusammen
1903	9	4	13	20	11	31	30	14	44
1907	26	13	39	49	28	76	74	40	115
1914	377	40	417	178	121	299	555	161	716
1927	1 791	319	2 111	995	460	1 356	2 687	779	3 467
1929	2 061	520	2 581	1 127	484	1 611	3 188	1 005	4 193
1930	2 271	526	2 797	1 081	519	1 601	3 353	1 046	4 399
1931	2 368	686	3 056	1 084	515	1 599	3 453	1 203	4 656
1932	3 013	92	3 105	1 261	566	1 827	4 275	657	4 933
1933	3 086	82	3 168	1 426	486	1 912	4 513	568	5 080
1934	3 171	98	3 269	1 568	655	2 223	4 739	753	5 492
1935	3 309	99	3 409	1 828	810	2 638	5 138	909	6 047
1936			3 759			3 018			6 777

Quelle: „Japan Year Book 1938.“

Zahlentafel 2. Bestand der Elektrizitätsunternehmen Ende 1936, nach der Kraftquelle geordnet.

	Wasserkraft			Wärmekraft u. a. Kraftquellen			Fremdbezug			zusammen		
	in Tätigkeit	noch nicht in Tätigkeit	insgesamt	in Tätigkeit	noch nicht in Tätigkeit	insgesamt	in Tätigkeit	noch nicht in Tätigkeit	insgesamt	in Tätigkeit	noch nicht in Tätigkeit	insgesamt
Elektrizitätslieferungs-gesellschaften . . .	303	13	316	62	6	68	246	1	247	611	20	631
Unternehmen, die die Verbraucher unmittelbar beliefern	237	3	240	53	3	56	211	1	212	501	7	508
Unternehmen, die die Verbraucher mittelbar beliefern	58	10	68	7	3	10	6	—	6	71	13	84
Unternehmen, die für den öffentlichen Bedarf und Verkehrsunternehmen liefern . . .	8	—	8	2	—	2	29	—	29	39	—	39
Elektrische Eisenbahnen	4	—	4	2	1	3	150	13	163	156	14	170
Insgesamt	307	13	320	64	7	71	396	14	410	767	34	801

Die Zahl der Werke für den Eigenverbrauch belief sich Ende 1936 auf 9405, von denen 9099 in Tätigkeit und 306 noch nicht in Tätigkeit waren.

Quelle: „Statistical Report of the Electric Power Industry in Japan“ 1938.

Der Stromverbrauch in Japan nimmt in den letzten Jahren ständig zu. Der gesamte Verbrauch bezifferte sich 1935 auf 22,2 Mrd kWh¹⁾, das ist mehr als das Doppelte der im Jahre 1927 verbrauchten Menge. Auf den Kopf der Bevölkerung umgerechnet, betrug der Stromverbrauch 1935: 320 kWh; das sind 50 kWh mehr als sieben Jahre zuvor. Wie aus der Zahlentafel 3 ersichtlich ist, vollzieht sich die Verbrauchszunahme fast konstant. Rund 80 bis 90 % der in den letzten Jahren verbrauchten Strommengen wurden in Wasserkraftwerken hergestellt.

Zahlentafel 3. Der Stromverbrauch Japans (in Mill kWh).

Jahr	Insgesamt	Davon erzeugt in		Verbrauch je Kopf der Bevölkerung in kWh
		Wasserkraftanlagen	Wärmekraftanlagen	
1927	10 612	9 290	1 221	172
1928	11 958	10 771	1 187	193
1929	13 312	11 562	1 750	212
1930	14 033	12 525	1 509	218
1931	14 296	12 978	1 318	219
1932	15 740	14 195	1 533	238
1933	18 023	15 775	2 248	268
1934	19 703	16 233	3 470	289
1935	22 155	18 454	3 701	320
1936	24 133			

Quelle: „Japan Year Book 1938.“

Der weitaus größte Teil der verbrauchten Strommengen entfällt auf die industriellen Großabnehmer. Ihr Bedarf an elektrischer Energie betrug 1929: 39,4; 1935 schon 60,2 % des gesamten Stromverbrauches. Durch Ausbau der vorhandenen und Errichtung neuer Eigenanlagen versucht die japanische Industrie sich von den öffentlichen Stromlieferungsverbänden unabhängig zu machen. Im Jahre 1929 wurden in den Anlagen der gewerblichen Wirtschaft 13 % der von ihr benötigten Menge erzeugt, 1935 dagegen schon 28 %. Die Holzverarbeitende Industrie deckt den weitaus größten Teil ihres Bedarfes durch Eigenherstellung. Die Metallindustrie erzeugt etwa die Hälfte ihres Stromverbrauches in Eigenanlagen.

Mehr als vier Fünftel des von der gesamten Industrie im Jahre 1935 benötigten Stromes nehmen die Gruppen: Chemische Industrie, Metallindustrie und Textilindustrie in Anspruch (Zahlentafel 4).

Zahlentafel 4. Der Stromverbrauch der Industrie (in 1000 kWh).

Jahr	Insgesamt	Davon erzeugt von		Anteil der Industriegruppen am gesamten Verbrauch der Industrie in %
		Eigenanlagen	öffentlichen Lieferungsverbänden	
1929 ..	5 241 928	601 380	4 640 549	
1931 ..	6 314 152	1 377 412	4 936 740	
1933 ..	8 643 857	1 445 617	7 198 240	
1934 ..	10 324 000	2 231 798	8 092 202	
1935 ..	14 756 432	3 721 267	9 615 748	
Nach Industriegruppen im Jahre 1935:				
Bekleidungsindustrie ..	2 263 796	108 682	2 155 114	15,3
Metallindustrie ..	3 203 002	1 490 626	1 712 376	21,7
Maschinen- und Werkzeugindustrie ..	787 083	140 249	646 834	5,3
Keramische Industrie ..	853 349	618 158	235 191	5,8
Chemische Industrie ..	5 306 724	1 183 025	4 123 699	36,0
Holzverarbeit. Ind. ..	1 537 859	1 420 835	117 060	10,4
Nahrungsmittelind. ..	375 009	13 639	361 370	2,6
andere Industrien ..	429 574	105 408	204 106	2,9
Insgesamt ..	14 756 432	5 140 682	9 615 750	100,0

Quelle: „Japan Year Book 1938.“

Die Zahl der installierten Brennstellen in Japan zeigt in den letzten zehn Jahren ein Anwachsen von jährlich über 10 %. Ende 1936 waren über 12 Mill Häuser mit Anschlüssen für elektrisches Licht mit insgesamt 44 Mill Brennstellen versehen. Mit dem Jahresende 1935 verglichen betrug die Zunahme der Häuser 227 145 und die der installierten Brennstellen 1 927 871; sie zeigt also fast genau dasselbe Bild wie im Vorjahr. 1935 entfielen auf

¹⁾ In Deutschland betrug im gleichen Jahre die Stromabgabe 34,2 Mrd kWh.

jedes Haus 3,6 Brennstellen, und im Jahre 1936 verfügten im Durchschnitt von je 100 Personen der japanischen Bevölkerung 63,2 über eine elektrische Lampe; in Kyoto betrug das Verhältnis sogar 100 : 160.

Die japanische Elektroindustrie zeigt nach dem Krisenrückbruch im Jahre 1932 wieder eine verstärkte Beschäftigung und eine stetig wachsende Erzeugung. 1936 betrug die Gesamterzeugung der japanischen Elektroindustrie rd. 900 Mill RM; sie erreichte damit gegenüber 1927 eine Verdoppelung ihres Wertes und liegt um rd. 350 Mill RM über den in dem Bestjahr vor der Krise (1929) erzielten Ergebnissen. Allein von 1935 auf 1936 hat die Gesamterzeugung um 147 Mill RM zugenommen, was zum weitaus größten Teil auf die für die Elektrifizierung des Landes notwendig gewordene Herstellung von Kabeln und Drähten zurückzuführen ist. Zwei Jahre zuvor hatte schon — wie aus der Zahlentafel 5 ersichtlich ist — die Erzeugung elektrischer

Zahlentafel 5. Elektrotechnische Erzeugung (Werte in 1000 RM²⁾).

Jahr	Elektr. Maschinen und Apparate	Elektr. Beleuchtungs-material	Kabel und Drähte	Insgesamt
1925	170 139	30 248	179 064	380 333
1927	187 722	51 293	214 250	453 265
1929	265 262	60 882	231 366	557 510
1931	200 221	49 183	140 207	389 611
1932	202 435	46 628	125 427	374 490
1933	276 927	57 930	197 106	531 963
1934	453 651	69 735	147 196	670 582
1935	412 961	61 334	298 434	772 729
1936	464 596	50 680	381 525	896 801

Quellen: The Japan Yearbook, Tokyo, 1938.
Denk Kyokai, Tokyo, 1938.

Maschinen und Apparate einen ungewöhnlich starken Auftrieb erfahren, der sich hauptsächlich auf Elektromotoren, Transformatoren, Dynamos, Telefon- und Telegraphenapparate erstreckte. Nach einer wertmäßig geringeren Herstellung elektrischer Maschinen im Jahre 1935 erholte sich die Produktion 1936 wieder und schloß mit einem Jahresergebnis von 465 Mill RM ab. Die Erzeugung elektrischen Beleuchtungsmaterials zeigt seit 1935 fallende Tendenz, deren Ursache aus den vorliegenden von japanischer Seite herausgegebenen Daten nicht ersichtlich ist.

Elektrische Motoren finden immer stärkeren Eingang. Von 1927 bis 1936 hat sich die Zahl der Besitzer von elektrischen Motoren mehr als vervierfacht. 1936 gab es 1,606 Mill Motorenbesitzer; die in den Motoren installierte Leistung betrug 4 899 377 kW (Zahlentafel 6).

Zahlentafel 6. Elektrische Motoren in den Hauptindustriegruppen 1936.

Industriegruppen	Installierte Motorenleistung in kW
Textilindustrie ..	647 477
Metallindustrie ..	876 989
Maschinen- u. Werkzeugindustrie ..	286 923
Keramische Industrie ..	335 292
Chemische Industrie ..	1 033 190
Holzverarbeitende Industrie ..	170 825
Nahrungsmittelindustrie ..	426 653
Bergbauindustrie ..	380 165
andere Industrien ..	741 833
Insgesamt ..	4 899 377

Die fortschreitende Elektrisierung der Bahnen hält an. Die elektrisch eingerichtete Streckenlänge betrug:

Jahr	km
1925 ..	2922
1930 ..	5740
1936 ..	5955

Das in den Anlagen für die Erzeugung elektrischen Lichtes und elektrischer Kraft einschließlich der elektrischen Eisenbahnen investierte Kapital überschritt Ende 1936: 4,645 Mrd RM³⁾. Im allgemeinen werden die Geschäftsumsätze in diesem Jahr als sehr zufriedenstellend angesehen.

Dr. Nn.

²⁾ Seit der Währungsentwertung unter Berücksichtigung der veränderten Binnenkaufkraft umgerechnet.

³⁾ Umrechnungskurs: 100 Yen = 72 RM.

621. 311. 1. 00. 3 (43) **Erzeugung und Verbrauch elektrischer Arbeit in Deutschland¹⁾**. — Die vom Statistischen Reichsamt erfaßten 122 Elektrizitätswerke²⁾ hatten im Jahre 1937, gemäß Zahlentafel 1 und Abb. 1, eine Gesamterzeugung

Zahlentafel 1.

Monat	von 122 Elektrizitäts- werken selbst erzeugte Mill kWh				Verbrauch der von 103 Elektrizitätswerken unmittelbar belieferten gewerblichen Abnehmer							
	ins- gesamt		arbeits- tätlich		Gesamt- verbrauch	arbeits-tätiglicher Verbrauch						
						insgesamt		kWh/kW Anschluß- wert				
	Mill kWh		Mill kWh									
	1937	1936	1937	1936	1937	1936	1937	1936	1937	1936		
Juli	2092,8	1792,2	77,5	66,4	839,6	748,1	31,1	27,7	5,39	5,12		
Aug.	2190,8	1877,3	84,3	72,2	865,3	768,3	33,3	29,5	5,76	5,45		
Sept.	2257,0	1897,8	86,8	73,0	886,7	777,4	34,1	29,9	5,85	5,48		
Okt.	2398,5	2085,9	92,2	73,3	908,7	815,2	35,0	30,2	5,98	5,50		
Nov.	2506,0	2044,6	100,2	85,2	916,2	794,5	36,6	33,1	6,25	6,02		
Dez.	2639,5	2170,9	101,5	86,8	937,0	812,8	36,0	32,5	6,10	5,82		
	1938	1937	1938	1937	1938	1937	1938	1937	1938	1937		
Jan.	2502,0	2176,0	100,1	87,0	906,1	791,9	36,2	31,7	6,16	5,61		
Febr.	2226,9	1988,1	92,8	82,8	857,6	780,1	35,7	32,5	6,14	5,75		
März	2410,2	2055,6	89,3	82,2								

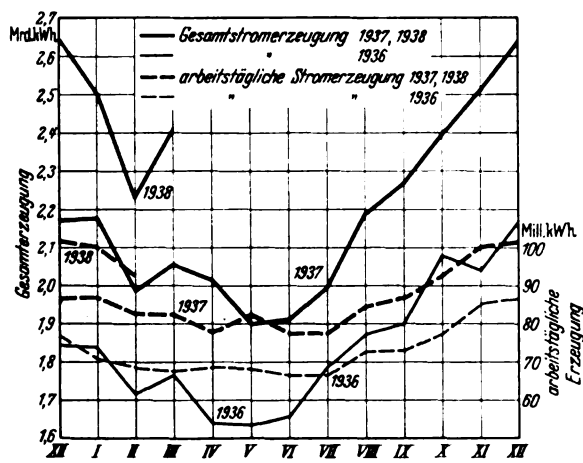


Abb. 1. Monatliche und arbeitstägliche Stromerzeugung von 122 E-Werken.

von 26,23 Mrd kWh, d. s. rd. 4,53 Mrd kWh oder 21 % mehr als im Jahre 1936³⁾ (21,7 Mrd kWh). Der arbeitstägliche Mittelwert stieg von 72,6 Mill kWh (1936) auf 86,0 Mill kWh im Jahre 1937, also um 18 1/2 %. Steigende Zahlen (Zahlentafel 1) liegen auch für den Verbrauch der gewerblichen Abnehmer von 103 Elektrizitätswerken (Abb. 2) vor. Der Gesamtverbrauch

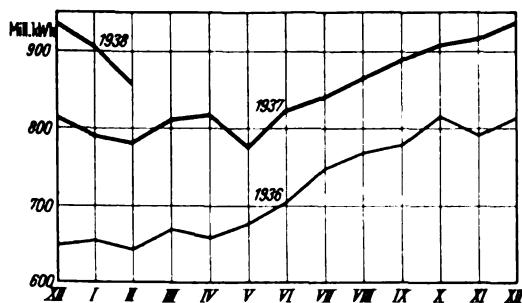


Abb. 2. Monatlicher Verbrauch gewerblicher Abnehmer von 102 E-Werken.

betrug im Jahre 1937 10,15 Mrd kWh, im Jahre 1936 8,72 Mrd kWh; er stieg also um 16,5 %. Der arbeitstägliche Verbrauch der gewerblichen Abnehmer war im Jahresmittel 1937 um 16 % höher als 1936 (von 28,7 auf 33,3 Mill kWh). Der arbeitstägliche Verbrauch je kW Anschlußwert stieg von 5,33 (1936) auf 5,77 kWh/kW (1937). Auch die ersten Monate dieses Jahres lassen gegenüber 1937 eine wachsende Stromerzeugung und einen steigenden Verbrauch erkennen. Hs.

¹⁾ Vgl. ETZ 59 (1938) H. 5, S. 129.

²⁾ Über die Gesamterzeugung der öffentlichen und privaten E-Werke Deutschlands: ETZ 59 (1938) H. 7, S. 179; H. 14, S. 354; H. 17, S. 449 u. H. 22, S. 516 u. 517.

³⁾ ETZ 58 (1937) S. 410.

STATISTISCHE MITTEILUNGEN

(Mitgeteilt von der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.)

Deutscher Elektroaussenhandel Januar bis März 1938. — Die deutsche Elektro-Ausfuhr betrug im ersten Vierteljahr 1938 81,5 Mill RM. Sie liegt damit 24,3 % über dem Ergebnis von 1937 und fast 39 % über dem von 1936. Mit Ausnahme von Akkumulatoren und Elementen, Glühlampen, Isolationsgegenständen aus Asbest, Lackdraht und Isolierrohr in Ver-

Zahlentafel 2. Deutsche Elektroausfuhr nach Ländern.

Länder	Januar bis März			Anteil an der Ausfuhr		
	1936 1000RM	1937 1000RM	1938 1000RM	1936 %	1937 %	1938 %
Europa	44 105	47 863	57 247	75,2	73,0	70,2
Afrika	1 902	2 485	2 668	3,2	3,8	3,3
Asien	5 776	6 573	8 506	9,8	10,0	10,4
Amerika	6 326	8 059	12 117	10,8	12,3	14,9
Australien	581	608	968	1,0	0,9	1,2
nicht ermittelt	4	6	4	0,0	0,0	0,0
Insgesamt	58 694	65 594	81 510	100	100	100
Nach wichtigen Ländern in Europa ¹⁾						
Niederlande	6 058	5 761	6 892	10,3	8,8	8,5
Schweden	4 941	5 505	5 788	8,4	8,4	7,1
Italien	3 072	2 903	4 158	5,2	4,4	5,1
Großbritannien	3 110	3 374	3 580	5,3	5,1	4,4
Belgien-Luxemburg	2 433	2 642	3 112	4,2	4,0	3,8
Rumänien	1 287	2 214	2 849	2,2	3,4	3,5
Norwegen	2 137	2 472	2 667	3,6	3,8	3,3
Griechenland	1 026	1 254	2 606	1,8	2,0	3,2
Finnland	1 262	1 670	2 473	2,1	2,5	3,0
Frankreich	2 832	3 158	2 459	4,8	4,8	3,0
Polen-Danzig	1 236	1 327	2 312	2,1	2,0	2,8
Schweiz	2 074	1 868	2 066	3,5	2,8	2,5
Tschechoslowakei	1 382	1 749	2 062	2,4	2,7	2,5
Jugoslawien	621	1 640	2 007	1,1	2,5	2,4
Österreich	1 475	1 597	1 900	2,5	2,4	2,3
Dänemark	1 388	1 806	1 814	2,4	2,8	2,2
Türkei	770	797	1 513	1,4	1,2	1,9
Spanien	2 467	226	1 270	4,2	0,3	1,6
Irischer Freistaat	448	590	1 136	0,8	0,9	1,4
Ungarn	662	980	1 043	1,1	1,5	1,3
Bulgarien	1 088	949	840	1,9	1,5	1,0
Portugal	768	662	815	1,3	1,0	1,0
UdSSR	832	1 762	584	1,4	2,7	0,7
Litauen und Memel	68	203	379	0,1	0,3	0,5
Lettland	271	258	374	0,5	0,4	0,5
Estland	257	283	326	0,4	0,4	0,4
Island	80	168	179	0,1	0,3	0,2
sonst. europ. Länder	60	45	43	0,1	0,1	0,1
zus. Europa	44 105	47 863	57 247	75,2	73,0	70,2
Nach wichtigen Ländern in Übersee ²⁾						
Union von Südafrika	850	1 419	1 550	1,4	2,2	1,9
Ägypten	619	476	426	1,0	0,7	0,5
Kanar. Inseln und übr. span. Afrika ³⁾	45	59	146	0,1	0,1	0,2
Algerien, Marokko, Tunis	208	242	114	0,4	0,4	0,2
übriges Afrika	180	289	432	0,3	0,4	0,5
Brit.-Indien	1 699	1 917	2 054	2,9	2,9	2,5
China	1 252	1 660	1 210	2,1	2,5	1,5
Hongkong	90	172	172	0,1	0,1	0,2
Manchukuo	144	649	649	0,2	0,8	0,8
Niederl.-Indien	763	953	1 438	1,3	1,5	1,8
Japan	512	502	1 186	0,9	0,8	1,5
Iran	749	613	825	1,3	0,9	1,0
Palästina	251	215	305	0,4	0,3	0,4
Brit.-Malaya, Ceylon	66	118	211	0,1	0,2	0,2
Syrien-Libanon	109	59	108	0,2	0,1	0,1
übriges Asien	375	302	348	0,6	0,5	0,4
Argentinien	1 937	2 280	3 531	3,3	3,5	4,3
Brasilien	1 378	2 021	2 859	2,4	3,1	3,5
Chile	645	809	1 505	1,1	1,2	1,9
Uruguay	207	562	950	0,4	0,9	1,2
V. S. Amerika	466	546	716	0,8	0,8	0,9
Mexiko	553	566	655	0,9	0,9	0,8
Kolumbien	250	386	416	0,4	0,6	0,5
Peru	363	251	416	0,6	0,4	0,5
Venezuela	123	170	413	0,2	0,2	0,5
Bolivien	21	29	110	0,0	0,0	0,1
übriges Amerika	383	439	546	0,7	0,7	0,7
Austral. Bund	546	550	875	0,9	0,8	1,1
übrige Länder	39	64	97	0,1	0,1	0,1
zus. Übersee	14 569	17 731	24 263	24,8	27,0	29,8

¹⁾ Innerhalb der Erdteile nach der Größe der Ausfuhr 1938 geordnet.

²⁾ 1936 nur Kanarische Inseln.

³⁾ Einschließlich Hongkong und Manchukuo.

bindung mit Papier sind sämtliche Gruppen an der Ausfuhrnahme beteiligt (Zahlentafel 1). Die größten Zunahmen zeigen die kleinen Gruppen Bogenlampen und Scheinwerfer (+ 100%), Elektrokarren (+ 193%) sowie die Gruppen Telegraphie und Telephonie mit Draht (+ 67%), Kabel (+ 45%), Sicherungs-

Zahlentafel 1. Deutscher Elektroaussenhandel nach Warengruppen.

Pos.	Gegenstand	Ausfuhr 1. Vierteljahr			Ant. a. d. Gesamt- Elektroausfuhr 1. Vierteljahr			Einfuhr 1. Vierteljahr			Ant. a. d. Gesamt- Elektroeinfuhr 1. Vierteljahr		
		1936 1000 RM	1937 ¹⁾ 1000 RM	1938 ²⁾ 1000 RM	1936 %	1937 %	1938 %	1936 1000 RM	1937 ³⁾ 1000 RM	1938 ⁴⁾ 1000 RM	1936 %	1937 %	1938 ⁵⁾ %
907 a	Lichtmasch., Lichtzündmasch. usw.	595	726	767	1,0	1,1	0,9	4	—	2	0,1	—	0,0
b-g	Dynamomaschinen, Elektromotoren, Transformatoren usw.	5 801	7 585	9 207	9,9	11,6	11,3	345	236	493	8,3	5,5	8,6
h	Anker, Kollektoren ¹⁾	682	657	830	1,2	1,0	1,0	14	1	4	0,3	0,0	0,1
	zusammen Maschinen	7 078	8 968	10 804	12,1	13,7	13,2	363	237	499	8,7	5,5	8,7
908 a, b	Akkumulatoren	740	851	832	1,3	1,3	1,1	6	12	9	0,2	0,3	0,1
909	Kabel	2 745	3 758	5 448	4,7	5,7	6,7	211	318	539	5,1	7,4	9,4
900 a	Isolierter Draht für die Elektrotechnik	3 358	3 567	4 502	5,7	5,4	5,5	147	157	459	3,5	3,7	8,0
871	Lack-(Email-)Draht f. d. Elektr. ²⁾	—	297	252	—	0,5	0,3	—	—	—	—	—	—
	zusammen Kabel und Draht	6 103	7 622	10 202	10,4	11,6	12,5	358	475	998	8,6	11,1	17,4
910 a-c	Bogenlampen, Scheinwerfer usw.	141	470	943	0,2	0,7	1,1	18	3	24	0,4	0,1	0,4
911 a, b	Glühlampen	2 064	2 279	2 126	3,5	3,5	2,6	1 448	1 509	1 453	34,6	35,2	25,4
912 A 1, 2	Telegraphie und Telephonie mit Draht	3 739	3 492	5 834	6,4	5,3	7,1	73	67	74	1,8	1,6	1,3
A 3	Drahtlose Telegraphie und Telephonie	6 250	6 796	7 901	10,6	10,4	9,7	604	1 422	1 878	14,5	33,2	32,8
B, C	Meß-, Zähl- u. Registr. v. Vorrichtungen	4 919	5 073	5 524	8,4	7,7	6,8	340	130	234	8,2	3,0	4,1
	Koch- u. Heizapparate einschl. Bügel- eisen	1 754	1 993	2 501	3,0	3,0	3,1	38	7	7	0,9	0,2	0,1
D	Röntgenröhren	818	598	791	1,4	0,9	1,0	113	—	—	2,7	—	—
E	Magnetzündapparate usw., Zubehör für Motorfahrzeuge	2 582	2 067	3 715	4,4	4,5	4,6	38	28	36	0,9	0,7	0,6
F 1	Sicherungs- und Signalapparate, Läutwerke	1 079	770	1 075	1,8	1,2	1,3	4	1	3	0,1	0,0	0,9
F 2	Schaltapparate usw., nicht bes. be- nannte Vorrichtungen f. Beleuch- tung, Kraftübertragung usw.	13 230	14 597	17 482	22,5	22,3	21,4	504	198	344	12,1	4,6	6,0
F 3	Elektromedizin	3 188	3 398	3 741	5,4	5,2	4,6	114	27	21	2,7	0,6	0,4
F 4	Galvanische Elemente	459	720	677	0,8	1,1	0,8	1	—	—	0,0	—	—
F 5	Isolationsgegenstände aus Porzellan ⁴⁾	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
F 6	Isolationsgegenstände aus Asbest, Glimmer usw.	52	133	112	0,1	0,2	0,1	—	—	—	—	—	—
F 7	Isolierrohre f. el. Leitungen aus Papier oder Pappe auch in Verb. mit unedlen Metallen ³⁾	314	301	291	0,5	0,5	0,4	—	—	—	—	—	—
Aus 795, 799	Anderes Isolierrohr (Stahl-, Peschel-, Schlitzrohr) ³⁾	516	548	746	0,9	0,8	0,9	—	—	—	—	—	—
648 a-c	Kohle für die Elektrotechnik	2 546	2 654	3 100	4,4	4,0	3,8	51	80	74	1,2	1,9	1,3
733 a	Porzellanisolatoren	394	573	603	0,7	0,9	0,7	—	—	—	—	—	—
906 D 15	Staubsauger	654	750	777	1,1	1,1	1,0	94	69	33	2,3	1,6	0,6
915 b 5	Elektrokarren ³⁾	63	41	120	0,1	0,1	0,2	—	—	—	—	—	—
783 c, 799 c	Telle v. Masch. u. Erzeugn. d. Nr. 907a bis 911 b aus schmelzbarem u. nicht schmelzbarem Guß ⁴⁾	—	—	—	—	—	—	4	16	44	0,1	0,4	0,8
	versch. Erzeugnisse (Kühlschränke, Werkzeuge usw.) ³⁾	—	—	1 613	—	—	2,0	—	—	—	—	—	—
	unvollständig angemeldet	11	—	—	0,0	—	—	—	—	—	—	—	—
	insgesamt	58 694	65 594	81 510	100	100	100	4 171	4 281	5 731	100	100	100

¹⁾ Ausfuhr auch anderer Teile von elektr. Maschinen. — ²⁾ vor 1937 nicht getrennt ausgewiesen. — ³⁾ nur für die Ausfuhr. — ⁴⁾ nur für die Einfuhr. — ⁵⁾ ohne Rückwaren. — ⁶⁾ erst seit April 1937 ausgewiesen.

und Signalapparate (+ 40%). Auch in den Gruppen Isolierter Draht, Koch- und Heizapparate, Röntgenröhren, Magnetzündapparate und Automobilzubehör, Isolierrohr ohne Papier wurden Zunahmen über den Durchschnitt von 24% bis zu 36% erzielt. Eine 20%ige Steigerung trat bei der Gesamt-Maschinen-ausfuhr sowie bei der Sammelposition der Schaltapparate und nicht besonders benannten Vorrichtungen ein, eine Steigerung von 17% bei Kohle für die Elektrotechnik. Bei Vorrichtungen für die drahtlose Telegraphie und Telephonie stieg die Ausfuhr um 16%, bei Meß- und Zählvorrichtungen und Elektromedizin um 9 bis 10%. Die geringste Zunahme (4 bis 5%) hatten die Gruppen Porzellanisolatoren und Staubsauger zu verzeichnen. Die geographische Verteilung der deutschen Elektroausfuhr (Zahlentafel 2) zeigt nach Europa eine Gesamtzunahme von 20%, nach Übersee von 37%. In Europa war die Ausfuhr rückläufig nach Bulgarien, Frankreich, der UdSSR. Sie stieg um 0,4% nach Dänemark, 5 bis 8% nach Island, Großbritannien, Norwegen, Schweden, Ungarn, 11% nach der Schweiz, 15 bis 20% nach Belgien-Luxemburg, Estland, den Niederlanden, Österreich, der Tschechoslowakei, 22 bis 29% nach Jugoslawien, Portugal, Rumänien, 43 bis 48% nach Finnland, Italien, Lettland, 74% nach Polen-Danzig, 87 bis 93% nach Irland, Litauen, der Türkei, 108% nach Griechenland, 462% nach Spanien. In Übersee wurde die Ausfuhr am stärksten gesteigert nach Amerika, wo insbesondere die südamerikanischen Länder den Bezug von deutschen Elektroerzeugnissen erheblich erhöht haben. In Afrika hat die prozentual größte Zunahme die Ausfuhr nach dem spanischen Gebiet erfahren, in Asien hat vor allem die Ausfuhrsteigerung nach Japan und Manchukuo das

Gesamtergebnis günstig beeinflusst, während die Ausfuhr nach China zurückgegangen ist. Die Einfuhr (Zahlentafel 1 und 3) betrug im ersten Vierteljahr 1938 5,7 Mill RM, die zu drei Viertel

Zahlentafel 3. Deutsche Elektroeinfuhr nach Ländern.

Länder ¹⁾	1. Vierteljahr			Anteil a. d. deutsche Elektroeinfuhr 1. Vierteljahr		
	1936 1000 RM	1937 ²⁾ 1000 RM	1938 ³⁾ 1000 RM	1936 %	1937 %	1938 %
Niederlande	559	1 186	1 065	13,4	27,8	34,3
Ungarn	1 180	1 489	1 367	28,3	34,8	23,9
Belgien-Luxemburg	386	448	570	9,3	10,5	9,9
Schweiz	605	255	533	14,5	6,0	9,3
Schweden	125	147	308	3,0	3,5	5,4
Großbritannien	174	144	259	4,2	3,4	4,5
Österreich	339	318	252	8,0	7,4	4,4
Tschechoslowakei	179	64	193	4,3	1,5	3,4
V. S. Amerika	100	68	105	2,4	1,5	1,8
Italien	76	32	87	1,8	0,7	1,5
Frankreich	111	32	45	2,7	0,7	0,8
Dänemark	174	79	39	4,2	1,8	0,7
sonstige Länder	163	19	8	3,9	0,4	0,1
insgesamt	4 171	4 281	5 731	100	100	100

¹⁾ Geordnet nach der Größe der Einfuhr 1. Vierteljahr 1938.

²⁾ Ohne Rückwaren, die 1936 in den Zahlen mit enthalten sind.

auf die Gruppen drahtlose Telegraphie und Telephonie, Glühlampen und Kabel und Draht entfallen. Wichtigste Lieferländer waren die Niederlande, Ungarn, Belgien, die Schweiz mit zusammen 77% Anteil an der Gesamteinfuhr.

VERBANDSTEIL.

Aus den VDE-Bezirken.

Bezirk Berlin-Brandenburg
vormalige Elektrotechnischer Verein E. V.
(Gegründet 1879)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 IV, VDE-Haus.
 Fernsprecher: 34 88 85.

Ausflug zur Spree und Dahme.

Am Sonnabend, dem 9. Juli 1938, veranstaltet der Bezirk Berlin-Brandenburg seinen herkömmlichen Ausflug mit Angehörigen. Nähere Einzelheiten (Dampferfahrt ab Grünau über Langer-, Seddin- und Müggelsee, gemeinsames Abendessen, Tanz usw.) sind aus den Mitteilungen 1938 Nr. 6 des Bezirks Berlin-Brandenburg vom 16. 6. 1938 zu ersehen.

Karten zum Preise von 3 RM (Mitglieder) und 4 RM (eingeführte Gäste) sind in der Geschäftsstelle des Bezirkes zu haben.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Die nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um 18⁰⁰ im Jungingenieurzimmer des VDE-Hauses, Charlottenburg, Bismarckstraße 33, statt. Die Teilnahme ist frei. VDE-Mitgliedschaft ist nicht Bedingung.

Hochfrequenztechnik. Leiter: Dr.-Ing. A. Allerding VDE.

9. 6. 1938 „Strom- und Spannungsmessung bei Hochfrequenz“, Vortragender: Obering. Dr.-Ing. O. Zinke VDE.

Elektromaschinenbau. Leiter: Ingenieur K. Batz VDE.

13. 6. 1938 Aufgaben der Arbeitsgemeinschaft „Elektromaschinenbau“, Vortragender: Ingenieur K. Batz VDE.

Formelstechnik. Leiter: Obering. Dipl.-Ing. K. Wagner VDE.

14. 6. 1938 Vortragsreihe: Netzbildung und Leitungsausnutzung (2. Fortsetzung). b) Telegraphie auf Drahtleitungen (Fortsetzung), c) Drahtfunk. Vortragende: b) Dipl.-Ing. H. Jurczyk VDE, c) Dipl.-Ing. P. Mentz VDE.

Industrieanlagen. Leiter: Dr.-Ing. R. v. Meibom VDE.

17. 6. 1938 „Die Wahl der Spannung bei der Planung von Industrieanlagen“, Vortragender: Dr.-Ing. A. L. Müller VDE.

Elektrische Bahnen. Leiter: Reg.-Baumeister a. D. Dr.-Ing. H. Kother VDE.

21. 6. 1938 Vortrags- und Kurzberichtreihe: Berechnung und Konstruktion der elektrischen Ausrüstung von Triebfahrzeugen. 6. Abend: „Entwurf der Steuerung eines Gleichstrom-Schnelltriebwagens für 200 km/h“. a) Die Anpassung der Schaltung und der Zahl der Motoren an das Leistungsschaubild des Fahrzeugs sowie Berechnung der Widerstandsabstufung, b) Entwurf eines 3000 V-Gleichstrom-Schnellschalters für Fahrzeugbetrieb, c) Vergleich der Steuerungen des Wechsel- und Gleichstrom-Schnelltriebwagens. Vortragende: a) Dipl.-Ing. H. Arlt, b) Dipl.-Ing. Plossl VDE, c) Ingenieur Wegmann.

Hochfrequenztechnik. Leiter: Dr.-Ing. A. Allerding VDE.

23. 6. 1938 „Grundlagen der Theorie der Vierpole“, Vortragender: Dipl.-Ing. E. Hameister VDE.

VDE Bezirk Berlin-Brandenburg
vormalige Elektrotechnischer Verein E. V.

Der Geschäftsführer:

Burghoff

Bericht über die Aussprache

zu dem am 11. Januar 1938 in dem Fachgebiet „Elektrowärme“ gehaltenen Vortrag¹⁾ des Herrn Dipl.-Ing. A. Schau über das Thema:

„Wirkungsweise und Bauformen elektrisch beheizter Durchlauföfen.“

Leiter: Dipl.-Ing. H. Masukowitz VDE.

621. 365. 4

Leiter: Ich danke Herrn Schau für seine sehr interessanten Ausführungen und besonders dafür, daß er so freimütig wichtige Berechnungsgrundlagen und -unterlagen der Durchlauföfen zur Diskussion gestellt hat. Wir haben aus dem Vortrag ersehen, wie wichtig es ist, daß gerade beim Elektroofen genaue Berechnungsunterlagen vorliegen, und es ist auch in dem Wettbewerb mit den Brennstofföfen für uns eine wichtige Tatsache, daß man beim Brennstofföfen so genaue Berechnungsgrundlagen eigentlich

nicht hat. Ich erinnere nur an die Aufheizkurven, mit denen man die einzelnen Zonen sehr genau einstellen kann. Die höchste Durchsatzleistung kann man durch die genaue Einstellung der Temperaturzone beim Elektroofen ja nur dann erreichen, wenn man ganz nahe an die Temperaturgrenzen herangeht, die dem Glühgut durch seine technologischen Eigenschaften gezogen sind.

Ich eröffne nun die Aussprache zu dem Vortrag und bitte um Wortmeldungen. — Zunächst möchte ich selber eine Frage stellen. Beim Wärmerückgewinnungsöfen, dem Turmofen, haben Sie drei Beispiele gebracht: einmal ohne Gasumwälzung, einmal mit Gasumwälzung und einmal mit Gaskühler. Die Temperatur beim Eintritt in die Heizzone (die uns also zeigt, was an Wärme zurückgewonnen worden ist) betrug im ersten Falle 550°, im zweiten Falle 600° und im dritten Falle 650°. Mir ist nicht klar geworden, wieso man beim Gaskühler, der doch Wärme verbraucht, eine höhere Wärmerückgewinnung erzielt als in den beiden ersten Fällen.

Vortragender: Ich habe darauf hingewiesen, daß die Wärmerückgewinnung von den Wärmeübergangsverhältnissen abhängig ist. Die Wärmeübergangsverhältnisse werden nach der von mir angegebenen Formel durch das mittlere Temperaturgefälle zwischen Gas und Band bestimmt. Durch die Maßnahme der nach außen gelegten Kühlung habe ich dieses Temperaturgefälle steigern können. Es ist nicht so, daß zu den anderen Öfen noch ein Verlust hinzugekommen ist; ich habe bei gleichem Verlust eine bessere Wärmeübertragung geschaffen, und dadurch erklärt sich auch die höhere Vorwärmung des aufsteigenden Bandes.

Herr Buch: Vom Standpunkte des Elektrizitätswirtschaftlers sind die Zahlenwerte, die uns angegeben worden sind, also die theoretischen Formeln, von ganz besonderer Bedeutung. Es würde interessieren, zu erfahren, inwieweit Vergleichs-Stromverbrauchszahlen für die verschiedenen geschilderten Verfahren angegeben werden können, also einmal für den reinen Widerstandsöfen, dann für den Ofen mit Luftumwälzung im Gleichstromverfahren und schließlich für den Ofen mit Luftumwälzung im Gegenstromverfahren. Vielleicht könnte dieses Beispiel z. B. beim Glühen von Aluminiumblöcken Verwendung finden.

Ich stelle diese Frage aus folgendem Grunde: Sie wissen, daß ähnliche Ofenkonstruktionen im Gasfach entwickelt worden sind und daß man Gasdurchlauföfen mit Luftumwälzung gebaut hat, die über einen ganz besonders günstigen Wirkungsgrad, also eine vollkommene Verbrennung verfügen insofern, als noch nicht einmal ein Abzug notwendig ist, sondern die Verbrennungsgase ständig umgewälzt werden, und daß aus diesem Grunde die Wettbewerbsfähigkeit der elektrischen Durchlauföfen besonders schwierig gewesen ist.

Vortragender: Eine vergleichende Aufstellung von Verbrauchsziffern bei Rollöfen liegt heute noch nicht vor, weil noch zu wenig Verbrauchsziffern bekanntgeworden sind. Die Maßnahme der Luftumwälzung im Gleich- oder Gegenstrom bei solchen Rollöfen hat nur den Zweck, die Leistungsfähigkeit eines gegebenen Ofens zu steigern, der sich meist in einem gegebenen Raum unterbringen lassen muß. Eine nennenswerte Herabsetzung von Verbrauchsziffern würde durch die Umluft noch nicht in erster Linie herbeigeführt; denn wenn ich auch den Ofen kürzer ausführen kann, so werden die Verluste zwar etwas geringer werden, aber das macht im Gesamtbild des wirtschaftlichen Verbrauchs noch nicht so viel aus, so daß ich heute noch keine Zahlen geben kann.

Nachdem sich die Elektrizitätswerke für die Verbrauchsziffern interessieren, möchte ich nur auf den grundlegenden unterschiedlichen Verbrauch zwischen dem normalen Banddurchziehofen und dem Turmofen hinweisen. Wir müssen beim normalen Banddurchziehofen bei normalisierendem Glühen auf 920° mit mindestens 220 bis 230 kWh je Tonne rechnen. Das ist ein Wert, der sich gewaltig von dem beim Turmofen erreichbaren Betrag von ungefähr 90 kWh und darunter unterscheidet. Eine Abwägung der einzelnen wirtschaftlichen Maßnahmen, die ich angedeutet habe, ist auch noch nicht möglich, weil zum Teil konstruktive Vorteile vorliegen. Ich habe gesagt, daß ich den Turmofen mit Gasumwälzung in der Ausgleichzone kürzer, d. h. niedriger bauen kann. Das ist ein

¹⁾ Der Vortrag ist in H. 22, S. 577 und in diesem Heft, S. 608 wieder gegeben.

Vorteil, der sich noch nicht in Pfennigen auswerten läßt, sondern sich zunächst als baulicher Vorteil darstellt, der natürlich auch die Anlagekosten herabsetzt.

Ein Vergleich mit den Gasöfen läßt sich noch nicht anstellen, da mir noch zu viele Ziffern über den Gasofenverbrauch fehlen. Ich kann diese Frage also heute noch nicht beantworten.

Leiter: Ich möchte auch unterstreichen, daß die Erreichung eines Wirkungsgrades von 200% ($\eta = 2$; spez. Verbrauch zur Erwärmung des Eisens 180 kWh/t, durch Wärmerückgewinnung erzielter Verbrauch 90 kWh/t) wirklich eine außerordentliche Leistung darstellt, wenn man bedenkt, daß man sonst ohne Wärmerückgewinnung nur Wirkungsgrade von 80 bis 90% erzielen kann. Es ist wohl bei diesem Turmofen und — soviel ich weiß — auch bei dem Trommelofen der Fall, daß man im Elektroofen nur den halben Wärmeeinsatz benötigt, der zur Aufbringung der spezifischen Wärme des Glühgutes erforderlich ist.

Herr Flischer: Es ist erfreulich, daß sich jemand daran gemacht hat, auch die Konvektionswärmeübergänge rechnerisch zu berücksichtigen. Sie sind verwickelt und sicher nicht genau zu erfassen. Aber sie geben immerhin einigermaßen ein Bild, wieviel man auf die Wärmeübertragung durch Konvektion anzurechnen hat. Ich möchte den Herrn Vortragenden fragen, ob der Ansatz, den Jürges hierfür gemacht hat, für höhere Temperaturen noch gilt und ob er überhaupt bei höheren Temperaturen experimentell geprüft worden ist. Es ist so, daß die Zahl α , wie sie Jürges aufstellt, von der Temperatur unabhängig und nur von der Geschwindigkeit abhängig ist. Nun ist aber die Gasdichte bei höheren Temperaturen eine ganz andere, so daß man sich kaum vorstellen kann, daß die Zahl α über einen großen Temperaturbereich unabhängig von der Temperatur sein soll.

Es wäre interessant zu hören, ob die verschiedenen Arten von Öfen, die uns gezeigt worden sind, rein rechnerisch so behandelt worden sind, wie ich aus den Zeichnungen glaube entnehmen zu dürfen, oder ob auch gewisse Arten schon so weit an ausgeführten Konstruktionen nachgerechnet worden sind, daß man daraus auf die Richtigkeit des Jürgesschen Ansatzes schließen kann. Denn erst dann hätte man die Unterlagen, die man zur Rechnung gebrauchen kann.

Vortragender: Die Gleichung von Jürges gilt, soviel mir bekannt ist, für Temperaturen, die allerdings wesentlich unter unserer Gebrauchstemperatur liegen. Nun möchte ich aber folgendes anführen: Ich habe schon darauf hingewiesen, daß das α nicht für die volle Temperatur der Stücke zu rechnen ist, sondern nur für die Mitteltemperatur, so daß wir beispielsweise bei einer Gebrauchstemperatur von 500°, die für Leichtmetalle üblich ist, ein Δ_m um 300 bis 350° einsetzen. Andererseits ist die Dichte des Gases schon in der Gleichung, die ich angesetzt habe, voll berücksichtigt, weil ich die Veränderlichkeit der Dichte mit der absoluten Temperatur schon in dem Wurzelausdruck eingeführt habe. Ich möchte bei dieser Gelegenheit noch

darauf hinweisen, daß wir vermutlich etwas zu kleine Werte erhalten, wenn wir mit der Quadratwurzel rechnen. Es gibt Verfasser, die die Exponenten anders nennen. Die Ansichten gehen hier aber noch sehr auseinander.

Abschließend möchte ich noch darauf hinweisen, daß die hier gezeigten Rechnungsverfahren natürlich noch in vielen Fällen überprüft werden müssen; aber soweit wir sie heute überblicken, sind wir mit ihnen vollkommen auf der sicheren Seite und können das, was wir mit diesen Verfahren errechnen, in der Regel der Fälle auch als richtig ansehen. — Zu den Verbrauchsziffern gegenüber den Gasöfen möchte ich noch hinzufügen, daß sich die Vorteile des elektrischen Ofens gegenüber dem Gasofen meist nicht im kWh-Verbrauch ausdrücken lassen, sondern daß es meist andere Gründe sind, die dem Elektroofen den Vorzug geben.

Herr Buch: In diesem Falle trifft das nicht zu. Im allgemeinen ist es natürlich Tatsache, daß der Elektroofen qualitativ in bestimmten technologischen Verfahren den Vorzug verdient. Aber gerade bei den Durchlauföfen mit Luftumwälzung hat die Gastechnik eine regeltechnisch außerordentlich günstige Lösung gefunden.

Leiter: Die Elektrowärmetechnik sollte immer bemüht sein, den Gasofenkonstruktionen einen Schritt voraus zu sein. Es ist besonders interessant, wie weit bei neuzeitlichen Elektroöfen die Wärme zurückgewonnen werden kann. Bei den Gasöfen ist das noch nicht in diesem Maße durchgeführt worden. Den Fall, den Herr Buch erwähnte, kenne ich auch; aber ich sehe ihn immer noch als Einzelfall an. Es liegt eben auch am guten Willen der Leichtmetallindustrie, ob man zugeben will, daß die Qualitätsvorteile des Glühofens und des Anwärmofores beim Elektroofen vorhanden sind; denn die Tatsache, daß das Kilogramm Aluminiumguß z. B. 3 RM kosten kann, und daß die Einsparung des halben Glühverbrauchs nur Zehntelpennige bringt, zeigt doch, daß die Leichtmetallwerke, wenn sie ihre ganzen Komponenten richtig einsetzen, schon wissen, wohin sie zu gehen haben.

Herr Flischer: Der Herr Vortragende hatte den Bolzenrollöfen mit Strahlung und Luftumwälzung und anschließend denselben Ofen nur mit Luftumwälzung gezeigt. Dabei war erstaunlich, daß bei dem Ofen, der nur Luftumwälzung hatte, kaum eine längere Durchwärmungszeit nötig ist, als wenn gleichzeitig die Strahlung ausgenutzt wird. Es wäre daraus zu schließen, daß bei den Temperaturen, die hier in Frage kommen (500°), die Konvektionsübertragung die Strahlung bei weitem überwiegt.

Vortragender: Die Konvektion überwiegt ganz wesentlich. Das ist schon aus Abb. 1 hervorgegangen. Das Bild hat nur den Unterschied zwischen der natürlichen Konvektion und der Strahlung bei $C = 1$ gezeigt. Nun kann ich den Wärmeübergang bei künstlicher Luftumwälzung noch wesentlich steigern. Man kann daraus entnehmen, daß die Wärmeübertragung durch Umluft ein Vielfaches dessen ausmacht, was die Strahlung ergibt.

VERSCHIEDENES.

EINGÄNGE.

[Ausführliche Besprechung vorbehalten.]

Bücher.

Illustrierte Technische Wörterbücher. Deutsch — Englisch — Französisch — Italienisch — Spanisch — Russisch. Bd. 1: Maschinenelemente. Bearb. von W. Eppner. 3. verbess. Aufl. Mit 1632 Abb., XXVI u. 438 S. im Format B 5. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin 1938. Preis geb. 36 RM.

Veranstaltungen anderer Vereine.

Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung und Reichsverband der Elektrizitäts-Versorgung Berlin. 14. 6. (Di) Landwehrkasino, Berlin-Charlottenburg, Jebensstr. 2 (Bahnhof Zoo): 4. Zusammenkunft der Sachbearbeiter für industrielle Elektrowärme, mit einer Vortragsreihe über „Fort-schritte der Elektroofen-Industrie“.

- 15⁰⁰ Elektroöfen zum Schmelzen und Baderwärmen. 4 Vortr.
- 15⁵⁰ Elektroöfen zum Härten und Schmieden. 3 Vorträge
- 16³⁰ Elektroöfen zum Glühen und Vergüten. 3 „
- 17¹⁰ Elektroöfen zum Brennen und Glasieren. 3 „
- 17⁴⁵ Ufa-Kultur-Tonfilm „Der glühende Draht“.

Die Teilnahme ist nur gegen Vorzeigung der blauen Eintrittskarte gestattet, welche bei rechtzeitiger Bestellung

(spätestens bis 9. 6.) durch die Geschäftsstelle: Berlin W 10, Einemstr. 1, zugesandt wird.

Deutsche Gesellschaft für technische Physik e. V., Berlin. 18. 6. (Sa): Dampferausflug mit Damen nach Ferch „Haus Amsee“. Treffpunkt: 14⁴⁵ in Nikolassee, Dampferanlegestelle Beelitzhof bei Schmidt. Abfahrt 15⁰⁰. Unkostenbeitrag 2 RM. Anmeldung bis spätestens 14. Juni. Näheres durch die Geschäftsstelle: Berlin-Lichterfelde-Ost, Bahnhofstr. 41b.

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:

- Prof. Dr.-Ing. E. h. G. Dettmar VDE, Bückeburg, Hermannstr. 2.
- Dipl.-Ing. K. H. Geisweid VDE, Stuttgart-W, Reinsburgstr. 68A.
- Dr.-Ing. G. Hamelster VDE, Berlin-Heinersdorf, Neukirchstr. 31a.
- Dr. techn. Dr.-Ing. A. Schanz VDE, Berlin-Tempelhof, Boestr. 40.
- Dipl.-Ing. A. Schau, Berlin-Charlottenburg, Reichsstr. 79.

Abschluß des Heftes: 3. Juni 1938.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE
Zuschriften sind nicht an eine persönliche Anschrift zu richten, sondern nur an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher: 54 19 55.
Nachdruck nur mit Quellenangabe und nur mit Genehmigung des Verfassers und der Wissenschaftlichen Leitung der ETZ gestattet.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Herausgegeben vom Verband Deutscher Elektrotechniker E.V.

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

59. Jahrgang

Berlin, 16. Juni 1938

Heft 24

Rundfunkstörmessungen an Straßenbahnen.

(Mitteilung aus dem Reichspostzentralamt).

Von F. Eppen VDE und H. Seiberth, Berlin.

621. 396. 823. 08 : 625. 62

Übersicht. Über die Messung von Rundfunkstörungen, die durch Straßenbahnen verursacht werden, und die Wirkung von z. Zt. üblichen Störschutzmitteln wird berichtet.

Eine der hauptsächlichsten Störungsquellen des Rundfunkempfanges in Städten ist der elektrische Straßenbahnbetrieb. Diese Tatsache erklärt sich daraus, daß infolge der geringen Fortpflanzungsdämpfung auf den Fahrleitungen die Störspannungen, die an der Berührungsstelle des Stromabnehmers am Fahrdrabt oder durch Einrichtungen des Straßenbahnwagens selbst erzeugt werden, sich sehr weit über das Straßennetz ausbreiten, insbesondere da der Betrag der auftretenden Spannungsspitzen sehr hoch ist. Während z. B. motorische Störer, wie Staubsauger, Haartrockner, Lüfter usw. im allgemeinen Störspannungen erzeugen, die an den Klemmen gemessen im Rundfunkwellenbereich zwischen 10 und 100 mV liegen, wurden auf dem Fahrdrabt von Straßenbahnen häufig bei der Unterbrechung schwacher z. B. zur Beleuchtung der Wagen dienender Ströme Spannungsspitzen bis zu einigen Volt gemessen. Zusammen mit der durch die örtlichen Verhältnisse bedingten vielfach ziemlich festen Kopplung der Empfangsantennen mit dem Fahrdrabt, die sich auch nur in vereinzelten Fällen durch die Verwendung geschirmter Antennen-niederführungen lösen läßt, ist die hohe Störwirkung des Straßenbahnbetriebs nicht zu verwundern.

Schon frühzeitig wurde der Straßenbahnbetrieb als Störer des Rundfunkempfanges erkannt, und sogleich begannen auch die Versuche, diese Störungen zu beseitigen [1]¹⁾. Hierbei ist man je nach den vorliegenden Verhältnissen verschieden vorgegangen. Man suchte entweder das Auftreten der Störspannungen durch Maßnahmen an der Entstehungsstelle zu verhindern, oder durch Anbringung zusätzlicher Mittel die entstehenden Störspannungen für den Rundfunkempfang möglichst unwirksam zu machen.

Unter die erste Gruppe von Maßnahmen zur Verhinderung von Rundfunkstörungen fallen [2, 3, 4, 5] die Mittel zur Verbesserung des Kontaktes zwischen Fahrdrabt und Stromabnehmer, wie: Die Verwendung von Schleifstücken, die mit breiter Fläche am Fahrdrabt anliegen; von Schleifschuhen; von Stromabnehmern, die besonders ruhig laufen; von besonderen Federungen des Schleifstückes, damit es möglichst trägheitslos Unebenheiten des Fahrdrabtes zu folgen vermag; Erhöhung des Anpressungsdruckes usw.; Verwendung von Werkstoffen für die Stromabnehmer (z. B. Kohle), die die Bildung von wenig störenden Lichtbogen bei der Stromunterbrechung gegenüber den starkstörenden Funken erleichtern; Er-

höhung des über die Unterbrechungsstelle Fahrdrabt—Stromabnehmer fließenden Stromes auf 2 bis 3 A bei Abschaltung der Fahrmotoren.

Zur zweiten Gruppe gehören: Die Anschaltung von Kondensatoren [6, 7] zwischen Fahrdrabt und Schiene, wodurch in der Hauptsache eine starke Erhöhung der Fortpflanzungsdämpfung der Störspannungen erreicht wird; der Einbau von Drosselspulen in die Verbindungsleitung von Stromabnehmer und Wagen zur Senkung der Störspannungen auf dem Fahrdrabt.

Alle diese Verfahren haben unter geeigneten örtlichen Verhältnissen gute Erfolge gebracht. Unbefriedigend bei der Durchführung von Entstörungsmaßnahmen war jedoch, daß die Beurteilung der Wirkung vorwiegend durch Empfangsbeobachtungen erfolgen mußte. Hierdurch war der Vergleich verschiedener Entstörungsmittel, wenn sie an verschiedenen Bahnnetzen angewendet wurden, wegen des Einflusses nicht übersehbarer örtlicher Verhältnisse sehr erschwert. Durch die Weiterentwicklung der Meßtechnik für Rundfunkstörungen ist es nun möglich, genaue Messungen auch der durch den Straßenbahnbetrieb hervorgerufenen Störungen durchzuführen [8, 9]. Das Reichspostzentralamt hat daher in den letzten Monaten an einigen Bahnnetzen, nämlich in Augsburg, Stuttgart, Baden-Baden und Koblenz, eingehende Messungen durchgeführt, über deren Ergebnisse unten berichtet wird. Die betreffenden Bahnen haben die Messungen weitgehend unterstützt, wofür ihnen hiermit gedankt sei.

Messungen von Rundfunkstörungen, die von Straßenbahnen herrühren, sind deshalb besonders schwierig, weil es sich hierbei meistens um kurzzeitig sehr stark in der Amplitude schwankende Spannungsspitzen handelt, die sich als Knack- und Knattergeräusche äußern. Die Meßergebnisse sind sehr stark von dem Aufbau des Meßgerätes abhängig; von anderen Stellen gewonnene Meßwerte sind daher mit den hier angegebenen Werten nur vergleichbar, wenn das benutzte Gerät in seinen wichtigsten elektrischen Eigenschaften — Bandbreite, Art der Gleichrichtung und Umfang des linearen Verstärkungsbereichs, sowie Anpassung der Anzeige des Meßgerätes an das Geräuschempfinden des Ohres — dem hier verwendeten gleicht.

Das Meßgerät.

Als Meßgerät diente bei den nachfolgend beschriebenen Untersuchungen ein großer Störmeßplatz, der den derzeitigen Bestimmungen des CISPR²⁾ entspricht [10, 11, 12]. Er ist folgendermaßen aufgebaut:

¹⁾ Die Zahlen in eckigen Klammern verweisen auf das Schrifttumverzeichnis auf S. 634.

²⁾ Comité International Spécial des Perturbations Radiophoniques. Das CISPR ist ein Unterausschuß der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC), der sich mit Fragen der Rundfunkstörung befaßt.

Die zu messende hochfrequente Störspannung liegt über einen mehrstufigen kapazitativ-ohmschen Spannungsteiler an einem abgestimmten zweistufigen Hochfrequenzverstärker mit drei Abstimmkreisen, an den sich eine quadratisch arbeitende Gleichrichterstufe anschließt. Die Störspannung hält man durch den Spannungsteiler, der eine Spannungsteilung von 1:1 bis 1:10⁷ ermöglicht, am Eingang des Hochfrequenzverstärkers in einem bestimmten Bereich konstant. An den Eingang des Hochfrequenzverstärkers wird noch eine ungedämpfte sinusförmige Spannung gelegt, die von einem Hilfssender erzeugt wird, und deren Frequenz in der Mitte des zu untersuchenden Bandes liegt. Sie hat eine wesentlich größere Amplitude als die zu messende hochfrequente Störspannung. Bei der quadratischen Gleichrichtung der Hilfssenderspannung großer Amplitude und der Störspannung ergeben sich nun niederfrequente Differenzfrequenzen zwischen den verschiedenen in dem zu untersuchenden Band auftretenden Störfrequenzen und der festen Frequenz des Hilfssenders [13]. Aus dem hochfrequenten Störspektrum ist also mit Hilfe der sinusförmigen Hilfsspannung und der quadratischen Gleichrichtung ein linear gleichgerichtetes Niederfrequenzspektrum entstanden. Der Durchlaßbereich des abgestimmten Hochfrequenzverstärkers ist, einerlei an welcher Stelle des Wellenbereichs man mißt, etwa 9 kHz, entsprechend dem Abstand der Rundfunksender. Das durch die quadratische Gleichrichtung erhaltene Niederfrequenzspektrum ist auf die halbe Durchlaßbreite zusammengelegt und wird durch ein Tiefpaßfilter auf genau 4,5 kHz beschnitten. Dieses Niederfrequenzspektrum wird durch einen Gegentaktverstärker nochmals verstärkt und wahlweise auf einen Lautsprecher oder einen Geräuschwertzeiger [14] gegeben. Letzterer ist so aufgebaut, daß die durch die zugeführten Spannungen hervorgerufenen Ausschläge des Anzeigeinstrumentes in ihrem Wert den Eindrücken der Störungen beim Hören entsprechen [15].

Das Meßverfahren.

Bei den Untersuchungen wurde folgendes Meßverfahren angewendet. Der Störmeßplatz war in einem Straßenbahn-Anhängewagen federnd eingebaut. Der Wagen trug eine sich über seine ganze Länge erstreckende eindrähtige Antenne, die 30 bis 40 cm über dem Dach lag.

Abzisse ist die Zeit. Das Papier des Schreibers hat 5 mm-Teilung, der Vorschub beträgt 60 und teilweise 600 mm/min. Bei einer Fahrgeschwindigkeit von durchschnittlich 20 km/h entsprechen 1 bzw. 10 mm auf dem Papier 5 m der Fahrstrecke, und zwar einerlei, ob der Meßwagen hinter dem Motorwagen läuft oder ob er feststeht und nur der zu untersuchende Wagen sich bewegt. Die Ordinaten sind Verhältniszahlen. Sie geben durch Vervielfachung mit einer jeweils zu errechnenden Konstante die Störspannung auf dem Fahrdraht. Mit dem Meßplatz wird nämlich die zwischen Antenne und Erde des Meßwagens auftretende Störspannung gemessen. Aus ihr kann man die zwischen Fahrdraht und Erde vorhandene Störspannung berechnen, wenn man berücksichtigt, daß diese Spannung an einem Spannungsteiler (Fahrdraht—Antenne—Erde) liegt und die Teilspannungen, von denen eine gemessen wird, im umgekehrten Verhältnis der Teilkapazitäten stehen. Die Kapazität der Antenne gegen den Fahrdraht beträgt etwa 20 bis 50 pF, sie ändert sich mit dem Abstand der Antenne vom Fahrdraht sowie mit deren Länge und Dicke. Macht man die Kapazität Antenne—Erde dagegen groß, z. B. 1000 pF, so kann man mit genügender Genauigkeit für die Störspannung zwischen Fahrdraht und Erde mit dem 20- bis 50fachen Betrag der zwischen Antenne und Erde gemessenen Störspannung rechnen.

Mit dieser Anordnung ist es möglich, sowohl einzelne besonders untersuchenswerte Streckenabschnitte als auch verschiedene Motorwagen zu untersuchen, indem man entweder den Meßwagen hinter dem Motorwagen über die Strecke laufen läßt, oder indem man den Meßwagen auf einem Abstellgleis aufstellt und die von dem fahrenden Wagen erzeugten Störungen mißt, deren Fortpflanzungsdämpfung im allgemeinen, wie schon gesagt, so gering ist, daß in Abständen bis zu etwa 1 km beim stehenden Wagen noch keine wesentliche Schwächung gegenüber den im Fahren gewonnenen Werten eintritt.

Meßergebnisse.

Zur meßtechnischen Nachprüfung von Maßnahmen zur Verbesserung der Stromabnahme, die oben unter Gruppe 1 aufgeführt sind, bot sich in letzter Zeit keine Gelegenheit. Wenn auch eine Reihe von Bahnen vorhan-

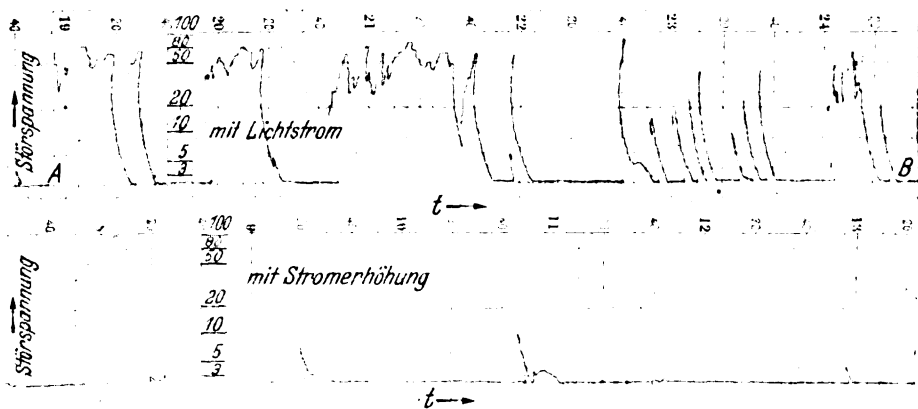


Abb. 1. Störspannungen während einer Versuchsfahrt des beleuchteten Motorwagens (Rollenstromabnehmer).

Oben: ohne Stromerhöhung.

Unten: mit Stromerhöhung.

Beide Messungen bei derselben Empfindlichkeit des Meßgeräts. Papiergeschwindigkeit 36 000 mm/h. A = Abfahrt, B = Wenden und Beginn der Rückfahrt. Meßfrequenz 800 kHz. 100 ≙ 100 mV Störspannung auf dem Fahrdraht.

Die Verbindung der Antenne mit der Eingangsklemme des Meßplatzes erfolgte den jeweiligen örtlichen Verhältnissen entsprechend durch eine möglichst kurze Leitung, die durch eine Lüftungsklappe oder ein Fenster gelegt wurde. Als Erde diente das Fahrgestell des Wagens.

An den Geräuschwertzeiger des Meßplatzes wurde in Reihe mit dem Anzeigegerät ein entsprechend bemessener Stromschreiber angeschlossen, der gestattete, die von dem Meßplatz aufgenommenen und von dem Geräuschwertzeiger entsprechend der Empfindlichkeit des Ohres bewerteten Störspannungen aufzuzeichnen. Eine Reihe der aufgenommenen Meßstreifen ist hier abgebildet.

den sind, an denen derartige Messungen durchgeführt werden können, so ist es naturgemäß am zweckmäßigsten, Messungen an der gleichen Bahn vor und nach der Durchführung der Entstörungsmaßnahmen, z. B. vor und nach dem Übergang auf Kohleschleifstücke vorzunehmen. Derartige Messungen sind beabsichtigt, sobald sich hierzu Gelegenheit bietet. Dagegen war es möglich, in Augsburg Messungen an Wagen zu machen, bei denen der vom Fahrdraht zum Stromabnehmer fließende Strom, der bei abgeschaltetem Motor und eingeschalteter Beleuchtung nur 0,4 A beträgt, durch behelfsmäßig eingebaute Widerstände auf 2,5 A erhöht war.

Die Bahn hat Rollenstromabnehmer, ist vorwiegend eingleisig und durchfährt auch im Stadtgebiet eine Reihe von Gefällstrecken. Die Klagen der Rundfunkteilnehmer über Störungen des Empfanges vom Bezirksrundfunksender München sind ziemlich zahlreich.

Die Abb. 1 zeigt die Störspannungen bei zwei Versuchen auf der Linie 5. Der Meßwagen stand hierbei in der Nähe des Straßenbahnhofs, während der Motorwagen mit eingeschalteter Beleuchtung auf der Strecke mit leichtem Gefälle etwa 500 m wegfuhr und zurückkehrte. Bei Abb. 1 oben ist der Zusatzwiderstand ausgeschaltet, bei Abb. 1 unten eingeschaltet. Die Aufnahmen, die bei gleicher Empfindlichkeit des Meßgerätes erfolgten, zeigen einen erheblichen Unterschied, im unteren Teil der Abbildung fallen nur noch einzelne Spitzen in den Meßbereich des Gerätes; sie rühren wahrscheinlich daher, daß an einzelnen Stellen durch Abschleudern der Rolle

vom Fahrdrabt trotz erhöhten Stromes noch Unterbrechungen auftreten. Daß die Störspannungsspitzen, die besonders stark stören, von der Unterbrechung des schwachen zur Beleuchtung dienenden Stromes herrühren, zeigten weitere Versuche mit unbeleuchtetem Motorwagen. Man erhält bei der Fahrt mit unbeleuchtetem Motorwagen etwa dieselben Aufzeichnungen wie bei der Fahrt des beleuchteten Wagens, wenn seine Stromaufnahme durch Zusatzwiderstände erhöht wurde. Denselben Zweck wie die Zusatzwiderstände erfüllen auch die zur Wagenheizung dienenden Widerstände. Gelegentlich anderer Messungen in Koblenz, über die unten berichtet wird, konnte auch der Einfluß der Stromerhöhung unter diesen Verhältnissen nachgeprüft werden. In Abb. 2 werden zwei Fahrten wiedergegeben. Die eine wurde mit einem unbeleuchteten Wagen, die andere bei beleuchtetem und gleichzeitig geheiztem Wagen durchgeführt. In beiden Streifen ist die Empfindlichkeit des Meßgerätes gleich groß. Die Störspannungen sind praktisch gleich geblieben. Sie können von Unterbrechungen des Motorstromes auf den niedrigsten Stromstufen herrühren. Der Isolationswiderstand des Wagens war sehr groß, so daß Störungen durch den Isolationsstrom unwahrscheinlich sind.

Aus den gemessenen Kapazitäten ergibt sich für die Abb. 1 ein Verhältnis der Spannung in der Antenne zu der auf dem Fahrdrabt von etwa 1 : 33. Daraus errechnen sich die Spitzenspannungen auf dem Fahrdrabt bei den Fahrten mit Beleuchtungsstrom zu etwa 400 mV, bei einer Fahrt mit eingeschaltetem Widerstand zu etwa 25 mV.

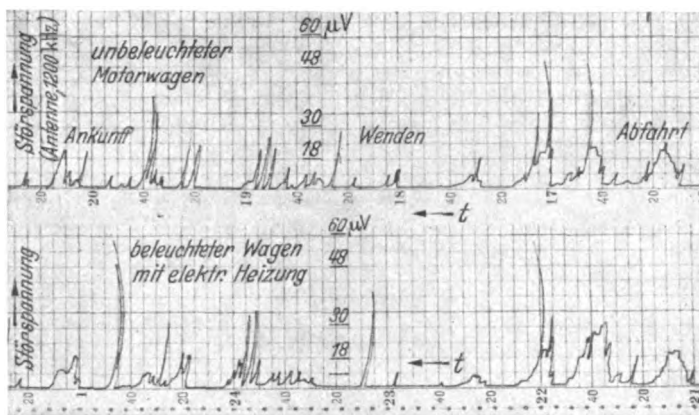
Damit ist auf der Versuchsstrecke eine Senkung der Störspannung durch die Stromerhöhung von etwa 16 : 1 eingetreten. Bei unbeleuchtetem Wagen beträgt die Störspannung des mit Motorstrom fahrenden Wagens ebenfalls etwa 20 mV.

Die Diagramme Abb. 1 sind bei einer Frequenz von 800 kHz aufgenommen; Aufnahmen bei einer Frequenz von 150 kHz ergaben das gleiche Verhältnis der Störspannungen ohne und mit Widerstand, nur sind die Absolutwerte bei 150 kHz viermal so hoch.

Nach den Messungen kann man dadurch, daß man verhindert, daß Ströme von etwa 0,05 bis 2,5 A über den Kontakt Fahrdrabt/Stromabnehmer fließen, eine Senkung der Störspannungen auf $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{20}$ erreichen, d. h. man kann z. B. durch Erhöhung des für die Beleuchtung dienenden Stromes auf 2,5 A und mehr die Störspannungen auf dem Tageswert halten. Diese Senkung

genügt in allen den Fällen, in denen der Rundfunkempfang tagsüber nicht durch den Straßenbahnbetrieb beeinträchtigt wird.

Die Wirkung von Kondensatoren, die zwischen Fahrdrabt und Schiene geschaltet sind, wurde in Baden-Baden und Koblenz gemessen. Die 600 m lange Versuchsstrecke in Baden-Baden bildet einen Teil der Tier-



Motorwagen oder er stand an einer Ausweichstelle ungefähr in der Mitte der Strecke. Abb. 3 zeigt bei der Frequenz 1200 kHz aufgenommene Streifen der Störspannung eines talwärts mit eingeschalteter Wagenbeleuchtung fahrenden Motorwagens, und zwar mit und ohne Kondensatoren, wobei der Meßwagen in der Mitte der Fahrstrecke (bei D) stand. Die Verteilung der Kondensatoren ist in der Abbildung angegeben. Bei der Fahrt mit enger Kondensatorbeschaltung (Abb. 3, Mitte) hatte das Meßgerät die dreifache Empfindlichkeit. Bei der dichten Beschaltung von 45 m treten die ersten Spitzen erst in Erscheinung, wenn der Wagen im 2. bis 3. Beschaltungsfeld vor oder hinter dem Meßwagen ist. In dem an der Meßstelle liegenden Beschaltungsfeld ist die Störspannung mit und ohne Kondensatoren gleich, dagegen ist die

Fortpflanzungsdämpfung mit Kondensatoren sehr viel höher, so daß die Störspannung in 80 bis 100 m Entfernung vom Wagen schon auf den hundertsten Teil gegenüber dem Wert ohne Beschaltung gesunken ist. Bei Vergrößerung des Beschaltungsabstandes auf etwa den doppelten Wert (Abb. 3 unten) ändern sich die Verhältnisse bei Durchfahrt durch das am Meßwagen liegende Beschaltungsfeld nicht, die Fortpflanzungsdämpfung steigt jedoch nicht so sehr, so daß selbst nach 200 m Abstand noch nicht die Dämpfungswerte der engen Beschaltung erreicht werden. Bei dem Vergleich der beiden unteren Diagramme ist zu beachten, daß das Meßgerät beim unteren Diagramm nur $\frac{1}{3}$ der Empfindlichkeit hatte.

Im Gegensatz zu der Störspannungssenkung durch Erhöhung der über die Unterbrechungsstelle fließenden Stromstärke muß die Entstörung mit Kondensatoren zwischen Fahrdrabt und Schiene frequenzabhängig sein, da der Hochfrequenzwiderstand sowohl der Kondensatoren als auch der in dem Schwingungskreis liegenden Leitungstücke sich mit der Frequenz ändert. Bei 600 kHz aufgenommene Meßstreifen zeigen daher auch wesentliche Unterschiede gegenüber den bei 1200 kHz aufgenommenen. Zum Vergleich mit Abb. 3 sind in Abb. 4 Versuche bei der Meßfrequenz 600 kHz wiedergegeben. Sie fanden unter den gleichen Bedingungen statt. Auch bei Erhöhung des Beschaltungsabstandes auf etwa 90 m vermindert sich hier die gute Wirkung nicht. Bei noch längeren Wellen (230 kHz) tritt, wie weitere Versuche zeigten, bei den Beschaltungsabständen von 45 bis 90 m dieselbe Wirkung ein. Außerdem wird die Störspannung auch in dem Beschaltungsfeld, in dem der Meßwagen steht, etwa auf den zehnten Teil gesenkt.

Wie die Messungen zeigen, ist auch durch Beschaltung des Fahrdrabtes mit Kondensatoren eine erhebliche Senkung der Störspannungen erreichbar. Von Bedeutung für den erzielbaren Erfolg ist das Verhältnis des Beschaltungsabstandes zu der hauptsächlich zu schützenden Wellenlänge, da, wie die Messungen bei 1200 kHz beweisen, die Leitung vom störenden Kontakt bis zu den Kondensatoren offenbar bei diesen Frequenzen schon als lang anzusehen ist, so daß der Kondensator keine wesentliche

Senkung der Störspannung bewirkt. Bei 230 kHz (1304 m Wellenlänge) ist ein Beschaltungsabstand von 90 m etwa $\frac{1}{14}$ Wellenlänge. Um eine gleich gute Entstörung, wie sie bei 230 kHz festgestellt wurde, bei 1200 kHz (250 m) zu erreichen, müßte man für diese Welle also den Beschaltungsabstand etwa gleich 17 m machen. Dies ist praktisch nicht möglich. Aus den Messungen ergibt sich aber, daß eine Beschaltung des Fahrdrabtes mit Kondensatoren nur wirksam sein kann, wenn der Beschaltungsabstand $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{4}$ Wellenlänge nicht überschreitet. Wesentlich für den zu erzielenden Erfolg ist aus dem gleichen Grunde, daß man die Leitung, die vom Fahrdrabt über den Kondensator zur Schiene führt, kurz halten kann. Ist man durch die Aufhängung des Fahrdrabtes an weit entfernten Stützpunkten in breiten Straßen gezwungen, die

Leitungen verhältnismäßig lang zu machen, so ist der Erfolg der Entstörung in Frage gestellt.

Wie die Messungen bei 230 kHz zeigen, tritt auch in dem Beschaltungsfeld, in dem sich der störende Wagen befindet, eine Senkung der Störspannungen ein. Man wird also schon aus diesem Grunde den Beschaltungsabstand so klein wie möglich im Verhältnis zur Wellenlänge machen. Damit steigt dann die Fortpflanzungsdämpfung ebenfalls sehr stark. Aus allem ergibt

sich, daß die Beschaltung mit Kondensatoren besonders bei langen Wellen eine erhebliche Verbesserung des Empfanges bringen kann.

Die in Baden-Baden gemachten Beobachtungen wurden in Koblenz bestätigt. Der Beschaltungsabstand betrug hier 150 m und mehr. Infolgedessen ist die Dämpfung im zweiten und dritten Beschaltungsfeld auf der Welle des Ortssenders (1195 kHz) noch verhältnismäßig gering, so daß vorüberfahrende Wagen über längere Zeit gehört werden.

In Stuttgart wurde die Wirkung von Drosselspulen untersucht, die im Gesamtstromkreis liegen und auf dem Wagendach am Fuße der Stromabnehmerstange angebracht sind. Sie sind für den vollen Betriebsstrom bemessen, aus Kupferband von 50 mm² Querschnitt hergestellt und haben bei 40 bis 45 Windungen eine Induktivität von 0,6 bis 0,7 mH. Die Eigenwelle der Drosselspulen liegt bei 574 kHz (Sender Mühlacker).

Die Versuche fanden teils bei stehendem Meßwagen auf einem 1,5 km langen, ziemlich starken Gefälle bei Sillenbuch statt, auf der der Motorwagen talwärts, abgesehen von der Anfahrt, ständig ohne Motorstrom, bergwärts jedoch wieder mit Ausnahme eines kurzen Stückes am Ende mit Motorstrom fährt. Die Abb. 5 zeigt bei etwa 570 kHz aufgenommene Störspannungen bei der Fahrt ohne und mit eingeschalteter Drosselspule, und zwar ist zuerst die Talfahrt, sodann die Bergfahrt dargestellt. Während bei der Talfahrt eine große Zahl von sehr hohen Spannungsspitzen auftritt, sind bei der Bergfahrt bei gleicher Empfindlichkeit des Meßgerätes nur noch vereinzelte Spitzen vorhanden. Man sieht auch hier wieder die Wirkung der Stromerhöhung. Bei der Fahrt

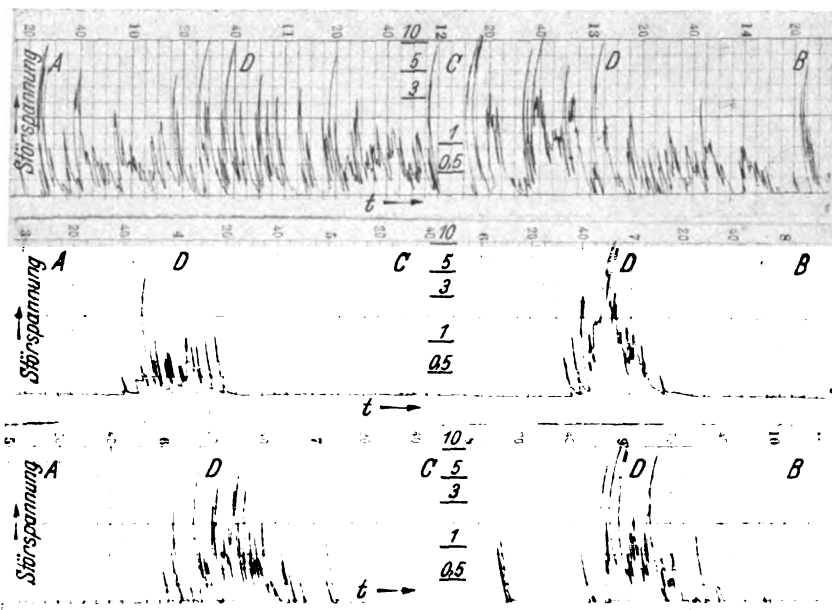


Abb. 4. Wie Abb. 3. Meßfrequenz 600 kHz. 10 = 17,5 mV.

mit eingeschalteter Drosselspule ist die Empfindlichkeit des Meßgerätes auf den 200fachen Wert eingestellt; man erkennt aus den Aufzeichnungen, wie niedrig die restlichen Störspannungen bei eingeschalteter Drosselspule liegen. Die Verdrosselung wirkt sich auf den Kontaktstörer Fahrdrabt—Stromabnehmer anders aus als auf den störenden Motor. Während bei der Fahrt ohne Drosselspule die Motorstörungen, die während der Bergfahrt vorhanden sind, nicht mehr in den Meßbereich fallen, der von den Kontaktstörungen (Talfahrt) ausgesteuert wird, sind nach der Verdrosselung sowohl Motor- als auch Kontaktstörungen mit ein und demselben Meßbereich zu erfassen (vgl. Abb. 5, oben und Mitte). Die Motorstörungen haben einen ganz anderen Charakter als die durch die Stromunterbrechungen zwischen Stromabnehmer und Fahrdrabt entstehenden Störungen. Infolge der zahlreichen Reflexionsstellen im Fahrleitungszug treten sehr deutlich stehende Wellen in Erscheinung. Die in Abb. 5 wiedergegebenen unteren Diagramme wurden bei zwei Fahrten erhalten, die nacheinander unter gleichen Bedingungen stattgefunden haben. Die weitgehende Übereinstimmung der Kurven läßt erkennen, daß die Störungen auf einer Strecke wesentlich durch örtliche Verhältnisse, z. B. die Beschaffenheit des Fahrdrabtes an verschiedenen Stellen, Erschütterungen des Wagens durch die Gleislage, und natürlich durch die Geschwindigkeit in ihrer Stärke beeinflußt werden. Die Streifen wurden so ausgewertet, daß aus der Verteilung der Spannungsspitzen auf der Talfahrt eine Häufigkeitssummenkurve gebildet wurde. Die in der Abb. 6 angegebenen Werte sind Mittelwerte aus den Summenkurven. Die Wirkung der Spulen ist naturgemäß frequenzabhängig. Die Spule ist als Sperrkreis zu betrachten. Bei ihrer Eigenwelle wirkt sie infolge des hohen Resonanzwiderstandes am besten. Die Größe der in Stuttgart verwendeten Drosseln ist seinerzeit durch Versuche bestimmt worden. Ihre Resonanzfrequenz liegt, wie aus Abb. 6 hervorgeht, bei etwa 530 kHz, also sehr günstig für die Frequenz von 574 kHz des Bezirkssenders Mühlacker. In der Abb. 6 sind die mit und ohne Verdrosselung erhaltenen Störspannungswerte zwischen Fahrdrabt und Erde frequenzabhängig aufgetragen. Es ist zwischen Kontaktstörungen (Fahrdrabt—Stromabnehmer) und den Motorstörungen unterschieden. Aus dem Verhältnis der Störspannungen vor und nach der Verdrosselung ergibt sich die Störspannungssenkung durch die Drosselspule. Das Verhältnis der Störspannungen ist ebenfalls in die Abb. 6 eingetragen. Wie bereits erwähnt, sind die Werte für die Kontaktstörungen Mittelwerte aus Summenkurven. Die maximal auftretenden Spannungsspitzen können bis zum Dreifachen des Mittelwerts betragen. Die Drosselspule hat einen Resonanzwiderstand von 50 000 Ω . Betrachtet man die beiden getrennten Störer (Motor bzw. Wanderkontakt Fahrdrabt—Stromabnehmer) als Hochfrequenzgeneratoren, so ergibt sich unter der Annahme der von W. Gerber [16] gemessenen

mittleren Fahrdrabtimpedanz von 200 Ω , daß bei der gemessenen Spannungsteilung der innere Widerstand des einen Generators (Wanderkontaktes) wesentlich kleiner sein muß als der des Motors. Dabei ist allerdings die nicht

bewiesene Annahme gemacht, daß beide Störer eine zeitlich konstante EMK und nach Zeit und Amplitude konstanten inneren Widerstand besitzen. Die Meßwerte ließen sich stets gut reproduzieren, der Mittelwert aus vier Summenkurven von vier zu verschiedenen Zeiten ausgeführten Fahrten schwankte nur um 30 bis 40 %, eine Abweichung, die bei der logarithmischen Empfindlichkeit des Ohres keine Rolle spielt. Die Drosselspule läßt sich durch Parallelschaltung einer Kapazität natürlich auch auf

Frequenzen unterhalb ihrer Eigenwelle abstimmen. Durch weitere Parallelschaltung eines Reihenresonanzkreises, der auf eine niedrigere Frequenz abgestimmt ist, läßt es

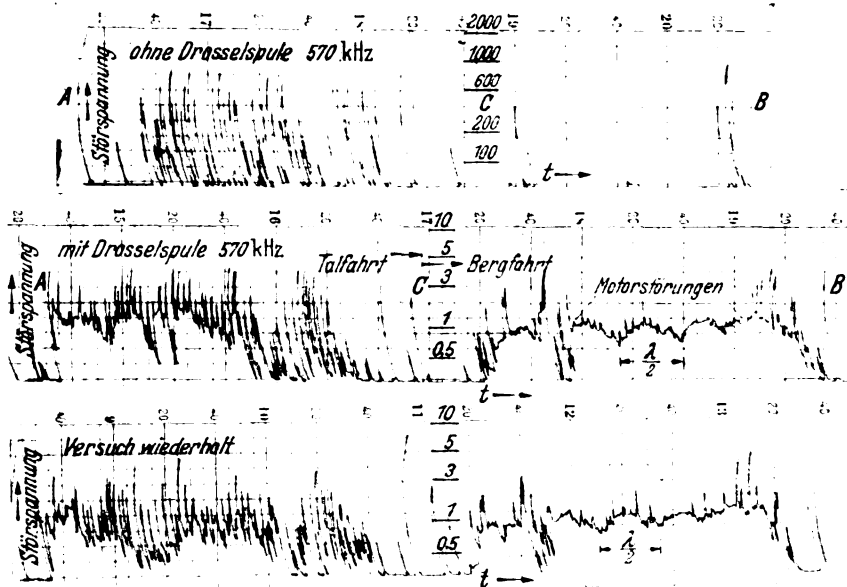


Abb. 5. Motorwagen mit Rollenstromabnehmer. Oben beleuchteter Wagen ohne Drosselspule. Mitte und unten beleuchteter Wagen mit Drosselspule. Meßfrequenz 570 kHz. A—C Talfahrt, C—B Bergfahrt. 100 = 15 mV.

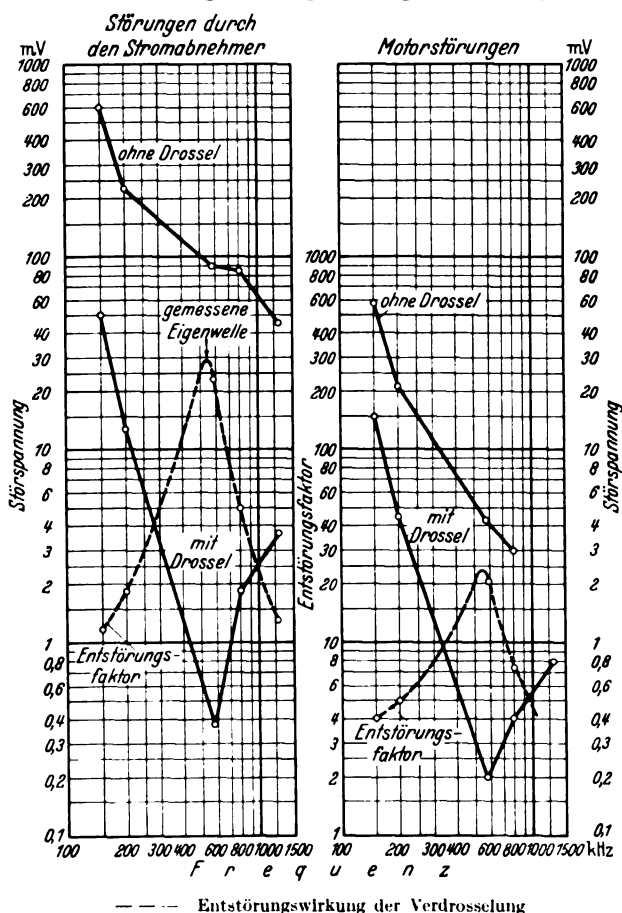


Abb. 6. Störspannung eines beleuchteten Motorwagens (Rollenstromabnehmer) mit und ohne Verdrosselung während der Talfahrt (Störungen durch den Stromabnehmer) und Bergfahrt (Motorstörungen) in Abhängigkeit von der Frequenz.

sich erreichen, die Störspannungen auf zwei Frequenzen besonders stark zu senken.

Die bisherigen Messungen zeigen die Senkung der Störspannung, die durch Erhöhung des Stromes an der Übergangsstelle Fahrdrabt—Stromabnehmer, durch Beschaltung der Strecke mit Kondensatoren und durch Einbau von Drosselspulen in den Stromkreis zu erreichen ist. Messungen, die die Senkung der Störspannungen durch Einführung von Kohleschleifstücken bei Straßenbahnen zeigen, liegen noch nicht vor. Sie werden sobald wie möglich gemacht werden. Bis zum gewissen Grade läßt sich die Wirkung der Kohleschleifstücke aber schon aus einem Vergleich der in Stuttgart bei Ausschaltung der Drosselspulen gemessenen Werte mit den in Baden-Baden ohne Kondensatoren gefundenen Werten ersehen. Während in Stuttgart die höchsten Störspannungen z. B. bei 570 kHz 300 mV betragen, wurden in Baden-Baden bei 600 kHz keine höheren Werte als 20 mV festgestellt. Die Störspannungen betragen also nur $\frac{1}{15}$ derjenigen, die in Stuttgart auftreten. Beachtlich ist auch, daß der Beleuchtungsstrom auf der Talfahrt eines Motorwagens mit Kohleschleifstück gegenüber einem Wagen mit Rollenstromabnehmer (aus Bronze) keinen wesentlichen Beitrag zu den Störspannungen liefert. Mit dem Kohleschleifstück ist schon bei normaler Stromentnahme zu Beleuchtungszwecken derselbe Zustand vorhanden wie bei der Stromerhöhung bei Rollenstromabnehmern (vgl. Abb. 5 oben mit Abb. 3 oben). Daß in Baden-Baden trotzdem die Einschaltung von Kondensatoren notwendig war, er-

gibt sich daraus, daß bei der geringen Empfangsfeldstärke die noch restlichen Störspannungen eine Beeinträchtigung des Empfanges hervorriefen.

Zusammenfassung.

Störspannungsmessungen im Rundfunkwellenbereich an verschiedenen Straßenbahnen werden beschrieben. Die Wirkung verschiedener zur Entstörung verwendeter Mittel wird meßtechnisch erfaßt. Als solche gelten: Erhöhung der Stromentnahme bei beleuchtetem Wagen durch Zusatzwiderstände oder durch die Wagenheizung. Beschaltung der Fahrleitung mit $1\mu\text{F}$ -Kondensatoren in verschiedenen Abständen, Einschaltung einer abgestimmten Drosselspule in den Gesamtstromkreis unmittelbar unterhalb der Stromabnahmestange.

Aus dem Schrifttum.

1. F. Eppen, ETZ 45 (1924) S. 817.
2. F. Eppen, ETZ 48 (1927) S. 97.
3. A. Clausing, P. Müller, ETZ 49 (1928) S. 178.
4. Haertel u. Schneider, Siemens-Z. 14 (1934) S. 324.
5. Restle u. Schneider, Siemens-Z. 15 (1935) S. 397.
6. F. Conrad, Funk 30 (1934) S. 509.
7. E. Dozler, AEG-Mitt. (1934) H. 7, S. 230.
8. W. Gerber, Techn. Mitt. schweiz. Telegr.-Teleph.-Verw. 13 (1935) S. 41.
9. W. Gerber, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 27 (1936) S. 545.
10. W. Wild, ETZ 54 (1933) S. 149 u. 172.
11. K. Müller, Siemens Veröff. Nachr.-Techn. 4 (1934) S. 139.
12. K. Hagenhaus, Siemens Veröff. Nachr.-Techn. 4 (1934) S. 437.
13. A. Alexander, Hochfrequenztechn. 40 (1932) S. 82.
14. K. Müller u. U. Steudel, Siemens Veröff. Nachr.-Techn. 5 (1935) 2. Folge VII 2.
15. U. Steudel, Hochfrequenztechn. 41 (1933) S. 116.
16. W. Gerber, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 28 (1937) S. 655.

Leistungsschalter und Leistungstrennschalter beim Schalten im Prüffeld und im Betrieb.

Von Georg Hameister VDE, Berlin.

(Schluß von S. 608.)

D. Die Frage der Einschwingfrequenz der wiederkehrenden Spannung.

Die bisherigen Ausführungen haben öfters gezeigt, daß die Einschwingfrequenz der wiederkehrenden Spannung das Verhalten der Schalter beeinflusst. Ihre Bedeutung für das Schaltvermögen geht aus einigen Beispielen hervor; ein Wasserschalter für 30 kV bewältigte im Netzversuch vor einigen Jahren bei 500 Hz etwa dreimal so viel wie bei 15 000 Hz; ein älterer Ölschalter für 6 kV schaltete kürzlich im Netz bei 1000 Hz sechsmal mehr als im Prüffeld bei 30 000 Hz; man⁶⁾ hat errechnet, daß ein Preßluftschalter für 17 kV bei 3000 Hz zehnmal mehr als bei 30 000 Hz zu schalten vermag. Bei einer solchen Sachlage mußte man die Netzbedingungen und das Verhalten der Schalter überprüfen.

1. Die höchsten Einschwingfrequenzen im Netz.

Die Bewag untersuchte zunächst, an welchen Netzstellen und in welchem Betrage hohe Einschwingfrequenzen nach Kurzschlußabschaltungen zu erwarten sind. Das Ergebnis ist bekannt: Einschwingfrequenzen und Steilheiten, die höher als in den heutigen Prüffeldern der Firmen sind, können nur bei Schaltern auftreten, die nahe bei einem größeren Transformator oder einer Drosselspule eingebaut sind, wenn sie einen durch diese Betriebsmittel fließenden Kurzschlußstrom abschalten. Ihre Eigenfrequenzen sind ungefähr gleich hoch⁷⁾, sie nehmen mit der Nennleistung etwas und mit kleinerer

621. 316. 545 + . 57. 001. 4 : . 004. 13
Betriebsspannung erheblich zu⁸⁾. Daher ist die aus Frequenz und Spannung folgende größtmögliche Steilheit ziemlich unabhängig von der Netzspannung; sie erreicht bei Berücksichtigung der Dämpfung etwa 4000 V/ μs . Die zugehörige Spannungshöhe ist durch den Spannungsabfall des Kurzschlußstromes in dem Umspanner oder der Drosselspule gegeben und in der Regel hoch, um etwa 70 % der Gesamtspannung. Die Bedingungen für das Auftreten hoher Frequenzen im Netz sind also übersichtlich und einfach.

2. Das Verhalten der Schalter bei hohen Einschwingfrequenzen.

Weitere Untersuchungen der Bewag galten dem Verhalten verschiedener Schalter bei Einschwingwellen hoher Frequenz und gleichzeitig hoher Amplitude. Versuche mit nur 6 kV sind wegen der dabei erzielbaren hohen Frequenzen aufschlußreicher, weil man dadurch näher an den Löschzeitpunkt rückt. Solche hohen Frequenzen lieferte im Prüffeld die nahe dem Prüfling angeordnete Anzapfspule der Abb. 3. Die durch sie mit und ohne Anschluß der leerlaufenden Kabelstücke bedingten Einschwingfrequenzen und Steilheiten wurden gemessen⁹⁾.

Abb. 6 zeigt Lösch- und Zündspitzen und das Einschwingen der wiederkehrenden Spannung in einem älteren Ölschalter bei etwa 20 % seines Ausschaltvermögens. Die zeitliche Folge der Zündspitzen läßt sich an der mit zunehmendem Kontaktabstand wachsenden Höhe der Lichtbogen-Brennspannungen abschätzen. Spannungs- und

⁶⁾ Kesselring, Eigenfrequenz und Abschaltvermögen von Hochleistungsschaltern. CIGRE-Bericht 131 (1935).

⁷⁾ Hameister, Untersuchungen über die Frequenz der wiederkehrenden Spannung, VDE-Fachberichte 7 (1935) S. 42.

⁸⁾ Hameister, Der Anstieg der wiederkehrenden Spannung nach Kurzschlußabschaltungen im Netz. ETZ 57 (1936) S. 1025 u. 1052.

⁹⁾ Krohne—Kesselring, Untersuchungen über die wiederkehrende Spannung und Festigkeit im Jahre 1936, CIGRE-Bericht 112 (1937).

Zeitmaßstab sind überall gleich; der erste Scheitelwert der wiederkehrenden Spannung in der linken oberen Aufnahme beträgt 11,3 kV, der Zeitmaßstab folgt aus den eingetragenen Einschwingfrequenzen. Die untere Reihe entstammt einer Wiederholung der Abschaltungen.

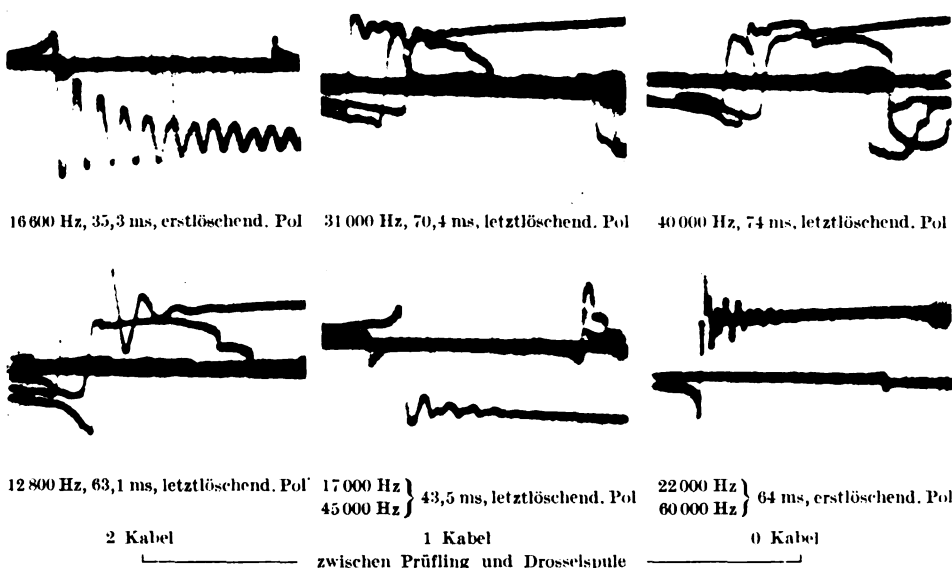


Abb. 6. Einschwingen der wiederkehrenden Spannung in einem Ölschalter (1928) mit offenen Kontakten bei 15 MVA, 6 kV.

Das Bild offenbart das schon geschilderte unregelmäßige Verhalten der Ölschalter. Die in ms angegebene Lichtbogendauer wächst im Mittel mit der Einschwingfrequenz, d. h. der abnehmenden Zahl der Kabel, schwankt aber in den drei Gruppen stark. Die Dämpfung des Einschwingvorgangs steigt ersichtlich mit zunehmender Lichtbogendauer.

Die linke untere Aufnahme zeigt einmal einen schlagartigen Zusammenbruch nach der Zündung, vielleicht ein Kennzeichen einer sauberen, guten Schaltstrecke — häufig bei ölarmen und Preßluftschaltern —, darauf einen ganz allmählichen Niederbruch, wohl das Kennzeichen einer stark beanspruchten, ziemlich leitfähigen Schaltstrecke — häufig bei Wasserschaltern — und schließlich eine endgültige Löschung mit sehr hoher Löschspitze nach Art der Gleichstromabschaltung.

Ähnlich die rechte obere Aufnahme; die Auswertung des Verlaufs der wiederkehrenden Festigkeit¹⁰⁾ ergibt eine stete Abnahme von Halbwelle zu Halbwelle von rd. 0,8 kV/cm auf weniger als den halben Anfangswert, da die Zündspannungen ungefähr gleich bleiben und der Kontaktabstand wächst. Außerdem wird der Anstieg der Spannung durch die zunehmende Leitfähigkeit der Schaltstrecke immer flacher, läßt also der Schaltstrecke an sich mehr Zeit zur Erholung. Man beobachtet bei solchen Abschaltungen trotz der geringen aufgezeichneten Steilheit eine starke Beanspruchung des Schalters. Anders im rechten unteren Bild; kleine Dämpfung, große Steilheit, doch leichtere Abschaltung. Die vom Kathodenstrahl aufgezeichnete Steilheit ist also allein kein Maß für die Beanspruchungsschwere¹¹⁾.

Bei Ölschaltern ist der Einschwingvorgang je nach dem zufälligen Zustand der Schaltstrecke und damit je nach der Lichtbogendauer mal stark gedämpft, mal wenig beeinflusst. Ölarme Schalter sind an eine kürzere Lichtbogendauer gebunden, sie schalten durchweg regelmäßiger und so hart wie ein Ölschalter mit kurzer Lichtbogendauer. Erst bei höheren Abschaltleistungen tritt wieder eine stärkere Dämpfung ein. Hierfür bringt Abb. 7 zwei

Beispiele, die an einem ölarmen Schalter mit einem Ausschaltvermögen von etwa 60 MVA gewonnen wurden. Die hohe Brennspannung und Löschspitze der oberen Aufnahme dürfte nicht auf eine Gleichstromabschaltung, sondern auf zu starkes Löschvermögen hindeuten, das erst

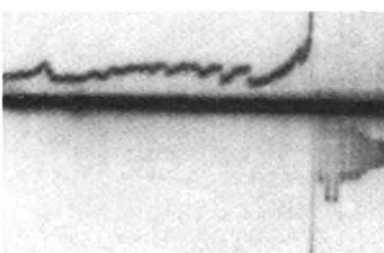
bei der höheren Abschaltleistung nach der unteren Aufnahme ein gewohntes Maß annimmt. Durch die hohe Löschspitze schwingt die wiederkehrende Spannung bis auf den 3,3fachen Betrag des stationären Scheitelwertes.

Ebenso hart wie ein öl- armer Schalter oder wie ein Ölschalter mit kurzer Lichtbogendauer, also ein guter Ölschalter, schaltet ein Preßluftschalter mit hohem Blasdruck ab. Ein Wasserschalter hingegen dämpft den Einschwingvorgang so stark wie ein überlasteter Ölschalter ab, jedoch mit dem großen Unterschied, daß diese Dämpfung keineswegs einer Grenzbeanspruchung entspricht. Abb. 8 vergleicht die beiden Schalterarten miteinander. Die linke Seite des Bildes zeigt Einschwingwellen mit 33 000 Hz; hier

hat sich die Leitfähigkeit im Wasserschalter erst wenig ausgewirkt. Die rechte obere Aufnahme enthält eine Welle mit 95 000 Hz, die Welle ist im Wasserschalter weggedämpft. Dies bewirkt der Wasserschalter bei hohen Einschwingfrequenzen von Drosselspulen. Eine gleich hohe Frequenz von einem Transformator würde er wohl nicht weg-dämpfen können, weil dessen Wellenwiderstand und damit der erforderliche Dämpfungswiderstand in der Schaltstrecke viel kleiner ist¹²⁾.

Zwischen den Eigenschaften dieser beiden Schalter liegen die Rückwirkungen der Luftschalter mit selbsterzeugtem Druck und mit gasabgebenden Löschkammerwänden auf den Einschwingvorgang.

Aus den Aufnahmen ist schon der Einfluß der Einschwingfrequenz auf die Lichtbogendauer zu entnehmen. Die Zahlen-tafel 1 enthält hierüber eine Zusammenstellung für



25 MVA, 28 000 Hz, 11,4 ms

40 MVA, 47 000 Hz, 12,5 ms

Abb. 7. Einschwingen der wiederkehrenden Spannung im ölarmen Schalter. Reihe 10, bei 6 kV.

verschiedene Schalterarten. Die Zahl der zugeschalteten Kabel entspricht jeweils einer bestimmten Einschwingfrequenz¹³⁾. Danach wirkt sehr rasche Wiederkehr der

¹⁰⁾ v. Borries und Kaufmann, Abschaltversuche an Hochleistungsschaltern. Z. VDI 79 (1935) S. 597.

¹¹⁾ Siehe Fußnote 9.

¹²⁾ Kaufmann, Experimentelle Untersuchungen über den Anstieg der wiederkehrenden Spannung. VDE-Fachberichte 7 (1935) S. 39.

¹³⁾ Siehe Fußnote 10.

Zahlentafel 1. Lichtbogendauer verschiedener Schalter in Abhängigkeit von Abschaltleistung und Schaltzustand.

N_k in MVA	Zahl der Kabel	Lichtbogendauer in ms				Wasser
		Öl	Ölarm	Preßluft	kom- pressorlos	
15	2	47	40	7,8	—	46,3
	1	50,6	41	10,3	—	44,7
	0	64,2	42,2	11,3	33	39,4
25	2	—	46,1	9,7	24	39
	1	—	48,8	11,5	25	37,3
	0	—	47	13,7	31	26,6
40	2	—	—	11,9	—	29,1
	1	45,6	—	11	—	28,1
	0	88	48	18	29	26,6
70	2	—	—	9,2	—	25
	1	50,8	—	—	—	26,4
	0	—	43,2	14	28	23

Spannung bei gleicher Abschaltleistung auf alle Schalterarten außer dem Wasserschalter ungünstig ein. Die Beobachtung der Prüflinge während der Versuche bestätigt dies Ergebnis. Bei hohen Frequenzen von Transformatoren würde vielleicht auch der Wasserschalter mit längerer

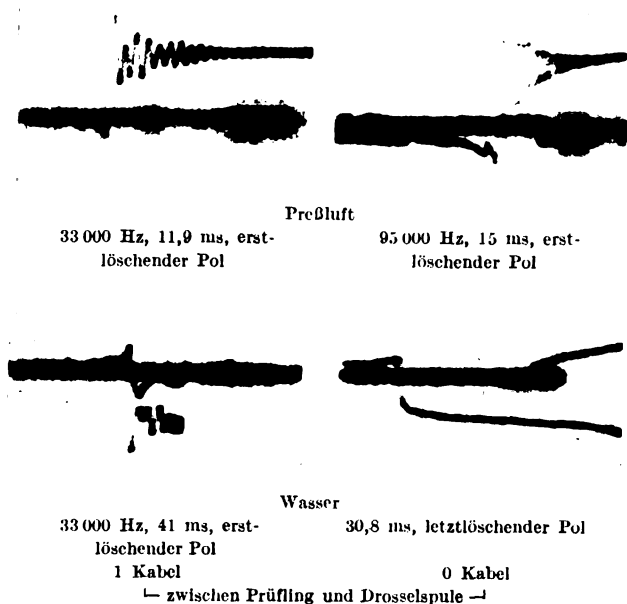


Abb. 8. Einschwingen der wiederkehrenden Spannung im Preßluft- und Wasserschalter, Reihe 10, bei 25 MVA und 6 kV.

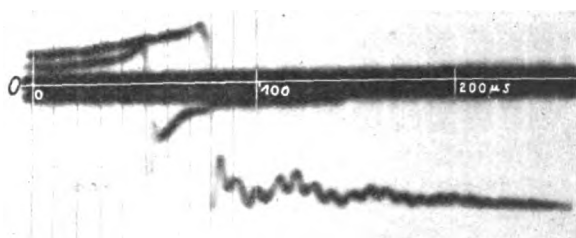
Lichtbogendauer, also schwerer schalten. Die Versuche zeigten im Zusammenhang hiermit, daß das Auftreten einer Dämpfung des Einschwingvorganges bei Schaltern mit Öl oder hochgespannter Preßluft mit großer Beanspruchung des Schalters einhergeht, während dies bei Luftschaltern mit selbsterzeugtem Druck oder gasabgebenden Wänden nicht so in Erscheinung tritt und beim Wasserschalter hier ins Gegenteil umschlägt.

3. Die wiederkehrende Festigkeit.

Die Kathodenstrahlaufnahmen gestatten die Messung des Verlaufs der wiederkehrenden Festigkeit an Hand der Zündspitzen. Kesselring¹⁴⁾ hat die Wiederverfestigung bei Rückkehrzeiten von 30 μ s aufwärts gemessen. Durch Extrapolation schreibt er dem Wasserschalter im Augenblick der Löschung schon eine Festigkeit von etwa 0,6 kV/cm zu. Bei einem Preßluftschalter mit ziemlich niedrigem Blasdruck fand Kesselring durch Extrapolation, daß die Festigkeit erst etwa 20 μ s nach der Löschung einsetzt. Ein solcher Schalter könnte bei schneller wiederkehrender Spannung nur durch sehr hohe Brennschaltung nach Art der Gleichstromlöschung abschalten.

¹⁴⁾ Siehe Fußnote 9.

Daß dies nicht für jeden Preßluftschalter zutrifft, ließ sich Aufnahmen entnehmen, bei denen Frequenzen von 100 000 Hz, also Rückkehrzeiten von etwa 5 μ s für fast die volle Spannung aufgetreten und bewältigt waren, ohne daß eine Gleichstromlöschung vorlag (siehe z. B. Abb. 8). Abb. 9 zeigt einen solchen Verlauf etwas weiter



Preßluftschalter Reihe 10, bei 6 kV, 2300 A (eff.) und 113 000 Hz
Abb. 9. Zünd- und wiederkehrende Spannung bei hoher Frequenz.

auseinandergezogen. Der Preßluftschalter arbeitete mit 10 at und mußte hier etwa 40 % seines Ausschaltvermögens bewältigen. Die Zündspitze betrug 4,6 kV und wurde in etwa 2 μ s erreicht. Solche Versuche mit so hohen Frequenzen wie in diesem Prüffeld lassen eine Erweiterung der Messungen für die wiederkehrende Festigkeit bei den kürzeren Zeiten zu und vermeiden eine unsichere Extrapolation. Abb. 10 enthält eine Zusammenstellung der Meßpunkte für einen 60 MVA-Preßluft¹⁵⁾ und einen 100 MVA-Wasserschalter bei 6 kV, wobei der Einfachheit halber für beide Schalter die Festigkeit in kV/cm abhängig von der Zeit nach der Löschung in μ s aufgetragen ist. Es sind außer den Feldstärken E_z für die Zündspitzen, die der wiederkehrenden Festigkeit genau entsprechen, auch die Feldstärken E_w für den ersten Scheitelwert der wiederkehrenden Spannung eingetragen, die jedenfalls unter der wiederkehrenden Festigkeit liegen.

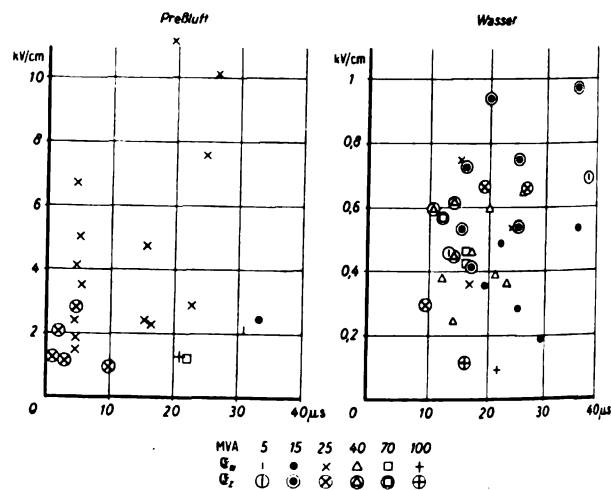


Abb. 10. Wiederkehrende Festigkeit im Preßluft- und Wasserschalter.

Dies war besonders bei dem Preßluftschalter erforderlich, der in der Regel in einer Halbwelle löscht und nur bei sehr hohen Einschwingfrequenzen ein oder allenfalls zwei Zündspitzen auftreten läßt, also zu wenig Meßpunkte für die wiederkehrende Festigkeit selbst liefert.

Die Darstellung ist zunächst wenig durchsichtig und verlangt eingehenderes Studium. Die wiederkehrende Festigkeit dieses Wasserschalters beträgt bei Abschaltleistungen unter etwa 20 % des Schaltvermögens im Mittel etwa 0,6 kV/cm¹⁶⁾. Sie nimmt mit wachsender Ausschaltleistung erst langsam, dann schneller auf überschlägig

¹⁵⁾ Blasdruck rd. 10 at.

¹⁶⁾ Wie nach Kesselring; siehe Fußnote 9.

ein Drittel beim Nennausschaltvermögen ab. Ganz ähnliche Zahlenwerte liegen übrigens bei Schaltern mit Öl vor, während der Preßluftschalter in der hier gewählten Darstellung, wohl wegen des hohen Blasdruckes von 10 at, etwa zehnfach größere Festigkeitswerte aufweist.

Das Bild deckt einen wesentlichen Unterschied der beiden Schalterarten auf. Beim Wasserschalter liegt im Gegensatz zum Preßluftschalter kein Meßpunkt erheblich unter $10\text{ }\mu\text{s}$. Seine leitfähige Schaltstrecke läßt hier anscheinend einen rascheren Anstieg der wiederkehrenden Spannung nicht zu. Die vorliegenden Untersuchungen geben weder einen Anhalt dafür, daß der Wasserschalter schon zur Zeit der Lichtbogenlöschung eine gewisse Festigkeit besitzt, noch daß diese beim Preßluftschalter erst eine praktisch ins Gewicht fallende Zeit nach der Löschung einsetzt. Vielmehr läßt sich für Schalter mit hochgespannter Preßluft und ebenso mit Öl etwas sicherer, für Wasserschalter ohne Gewähr vermuten, daß die wiederkehrende Festigkeit praktisch im Augenblick der Löschung und ungefähr mit dem Werte Null beginnt. Sie hat anscheinend bei Wasser- und Ölschaltern etwa $10\text{ }\mu\text{s}$ nach der Löschung näherungsweise ihren vorläufigen Endwert erreicht. Es ist jedoch anzunehmen, daß die Festigkeit bei längeren als den hier betrachteten Rückkehrzeiten der Spannung noch erheblich anwachsen kann, da z. B. Ölschalter bei Einschwingfrequenzen um 1000 Hz, also Zeiten um $500\text{ }\mu\text{s}$, unvergleichlich viel leichter schalten können¹⁷⁾. Der Wasserschalter ist sicher unempfindlicher gegen hohe Einschwingfrequenzen als Schalter mit Preßluft und Öl, vielleicht aber nicht wegen der vermuteten großen Festigkeit zur Zeit der Löschung, sondern wegen des dämpfenden Einflusses seiner leitfähigen Schaltstrecke.

Solche Untersuchungen mit hohen Einschwingfrequenzen geben nun wohl einen Einblick in das vielfältige Verhalten der Schalterarten. Sie zeigen, wie verschiedenartig der Verlauf der wiederkehrenden Spannung und der Zündspannung durch den Abschaltvorgang und das Löschmittel bei hohen Frequenzen, also vornehmlich niedrigen Betriebsspannungen, beeinflußt werden kann, wie andererseits die dielektrische Festigkeit aller Schalterarten nach der Lichtbogenlöschung im großen und ganzen ähnlich wiederkehrt. Die Versuche sagen aber noch nichts Bestimmtes über den Einfluß der Einschwingfrequenz auf das Schaltvermögen aus, weil die bei der jeweiligen Abschaltleistung zulässige Lichtbogendauer für jeden Schalter verschieden ist und weil außerdem der Einfluß der Einschwingfrequenz auf die Lichtbogendauer der Schalter selbst gleichen Löschrinzipien von deren Bauart, also dem Entwicklungsstand, dem Ausschaltvermögen und der Nennspannung abhängt. Ein Wasserschalter für 30 kV war sehr empfindlich für hohe Einschwingfrequenzen, ein später gelieferter Wasserschalter nicht so stark und der hier untersuchte für 6 kV nur wenig. Das Schaltvermögen eines Preßluftschalters für 6 kV war stark von der Einschwingfrequenz abhängig, eines gleichartigen mit höherer Stempelleistung merklich weniger.

Insgesamt läßt sich für die von der Bewag untersuchten Schalterarten, soweit sie zur Kurzschlußabschaltung bestimmt sind, etwa sagen: das Schaltvermögen nimmt im allgemeinen mit wachsender Einschwingfrequenz ab; alle Schalterarten beherrschen die höchsten Einschwingfrequenzen des Netzes, wenn auch anscheinend in der Regel nicht bei dem vollen Ausschaltvermögen, sondern nur bei verschiedenen hohen Teilleistungen. Dies beruht auf den für derartige Fälle nicht ausreichenden Prüfbedingungen der Hersteller. Man erkennt zwar bei den neueren Schaltern deutlich zunehmende Unempfindlichkeit gegen hohe Einschwingfrequenzen, man wird jedoch in ganz roher Allgemeinbeurteilung des derzeitigen Standes der Schaltertechnik gut tun, für alle neuen Schalter, die nahe bei einem größeren Transformator (etwa über 1 MVA) oder einer Drosselspule ein-

gebaut werden, die durch den Transformator oder die Spule fließenden und abzuschaltenden Kurzschlußleistungen etwa mit dem doppelten Betrage zu bewerten, bei alten Ölschaltern hingegen vorsichtshalber etwa mit dem fünffachen Wert zu rechnen. Die Höherbewertung ist natürlich bei neuen Schaltern nicht erforderlich, wenn an der Einbaustelle keine höheren Frequenzen als im Prüffeld des Schalterherstellers vorliegen. Dies dürfte bei Drosselspulen dann der Fall sein, wenn zwischen ihnen und dem Schalter Kabel von mehr als 100 m Länge oder entsprechende Kapazitäten angeschlossen sind. Es ist denkbar, daß man eine solche Bewertungsregel wegen ihrer verschiedenen Vorteile festlegt; es ist auch möglich, daß die Einschwingfrequenz in einiger Zeit keine Rolle mehr spielt.

Die Vorsichtsmaßnahme, bestimmte Kurzschlußleistungen im Netz höher zu bewerten, ist bei den vorhandenen älteren Schaltern besonders am Platze, da man die Einschwingfrequenz früher weniger beachtete, aber auch bei Verwendung neuer Schalter wohl noch längere Zeit anzuraten. Es ist jedoch zu berücksichtigen, daß diese Vorsicht nur wenigen, allerdings wichtigen Schaltern im Netz gebührt, nämlich den Schaltern vor und hinter größeren Transformatoren und Drosselspulen; dies sind im Bewag-Netz 2,4 bzw. 5,6 % der gesamten Schalterzahl. Überdies bedingt die Höherbewertung fast nur dann einen Schalter mit größerer Stempelleistung, wenn er nahe hinter einem Transformator oder einer Drosselspule liegt, sonst in der Regel nicht. Beispielsweise beträgt die Ausschaltleistung im Abspannwerk der Abb. 1 bei einem Kurzschluß zwischen Schalter und Drosselspule eines Speisekabels rd. 250 MVA, bei einem Kurzschluß hinter der Drosselspule rd. 60 MVA. Nur diese Leistung ist höher zu bewerten, bei einem älteren Ölschalter mit etwa 300 MVA. Dafür ist der Schalter nach der letzten Zahlenspalte ohnehin berechnet.

4. Das Leerschalten.

Im Zusammenhang mit der Kurzschlußabschaltung bei hohen Einschwingfrequenzen soll das Leerabschalten von Transformatoren oder Kabeln erwähnt werden, weil der Schaltereinfluß der gleiche ist. Der Verlauf der Erscheinungen, die auftretenden Überspannungen und Abhilfsmaßnahmen sind auf der VDE-Tagung 1935 eingehend erläutert¹⁸⁾. Abb. 11 zeigt die Abschaltung eines Trans-

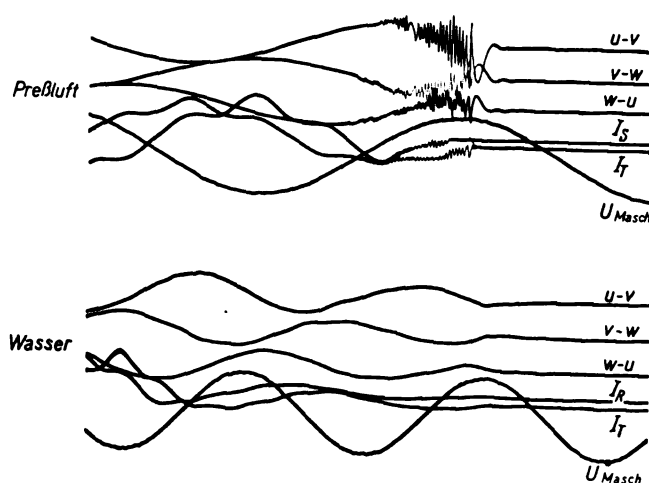


Abb. 11. Abschalten eines Leerlaufstromes von 4,5 A mit Preßluft und Wasser.

formator-Leerlaufstromes von 4,5 A bei 6 kV oben durch einen Preßluftschalter, unten durch einen Wasserschalter. Die obere Aufnahme könnte ebenso gut bei einem ölarmen oder einem Ölschalter gewonnen sein; nur wäre dann die Lichtbogendauer länger. Manchmal dämpft der Ölschalter die Schwingungen zufällig etwas mehr, fast so wie Schal-

¹⁷⁾ Siehe Fußnote 2.

¹⁸⁾ VDE-Fachberichte 7 (1935) S. 32/47.

ter mit selbsterzeugter Blasluft. Bei Schaltern mit gas-abgebenden Stoffen sind wie beim Wasserschalter die Schwingungen verschwunden. Diese Unterschiede sagen jedoch nichts Sicheres über die erreichbare Höhe der Überspannungen aus. So wirkt die Leitfähigkeit des Wassers beim Leerabschalten von Transformatoren zwar dämpfend, sie kann aber, wie sich zeigte, beim Leerabschalten von Kabeln manchmal ungünstig sein.

E. Anforderungen an Leistungsschalter und Leistungstrennschalter.

Die Untersuchung des Verhaltens einer größeren Zahl von verschiedenartigen Schaltern legt die Frage nahe, welche Anforderungen man billigerweise an sie stellen soll. Es übersteigt das z. Z. technisch Mögliche, wenn man einen Schalter wünscht, der nicht explodieren kann, dessen Teile nicht brennen oder verqualmen können, der überspannungs- und rückzündungsfrei, mit kurzer Lichtbogendauer und unabhängig von der Einschwingfrequenz schaltet. Wege zu solchen Schaltern bahnen sich im In- und Auslande an.

Heute muß man fordern, daß die Schalter mechanisch einwandfrei schalten, d. h. alle Mängel, insbesondere den Löschmittelverlust vermeiden und eine möglichst unbeeinflussbare Ausschaltgeschwindigkeit aufweisen.

Nach den R.E.H. muß ein Schalter sein Schaltvermögen in einer Schaltfolge mit drei Aus- und zwei Einschaltungen bei Pausen von etwa 3 min nachweisen können. Die Forderungen der Bewag sind in diesem Punkte etwas geringer als die der R.E.H. Die Bewag begnügt sich mit dem einmaligen Nachweis des Ein- und Ausschaltvermögens, allerdings mit der von den R.E.H. vorgesehenen kürzestmöglichen Zwischenzeit. Dabei hat es sich für einige Schalterbauarten als erforderlich herausgestellt, die Zwischenzeit derart vom Schaltmechanismus abhängig zu machen, daß der Schalter tatsächlich ausschaltbereit ist.

Für die Beherrschung aller Betriebsströme bis zum Schalternennstrom hält man es manchmal für ausreichend, wenn ein Schalter 400 Schaltungen ohne Überholung bewältigen kann, also ein Jahr hindurch ohne Wartung täglich einmal ein- und ausgeschaltet werden kann. Man könnte geneigt sein, diese Mindestforderung auf solche Schalter zu beschränken, deren Schaltvermögen ihr Produkt aus Nennstrom und Nennspannung übersteigt, hingegen Schaltern, die gerade ihre Nennlast bewältigen, wie den leistungsfähigeren Schaltern höchstens eine dreimalige Beherrschung ihres Schaltvermögens aufzuerlegen. Dies begrenzt jedoch den Wert der kleinen Leistungstrennschalter erheblich. Für den Betrieb ist es vorteilhaft, wenn auch sie jeden Strom bis zu ihrem Nennstrom etwa 400mal ohne Wartung schalten können. Das scheint wegen der geringen Schaltenergie technisch durchführbar zu sein.

Zu erwägen ist, ob man kleineren Leistungstrennschaltern für die Abschaltung des Nennstromes nicht grundsätzlich ein beträchtliches Einschaltvermögen geben sollte, weil sie auf einen Kurzschluß eingeschaltet werden können und oft keine vorgeschalteten Sicherungen besitzen.

Im übrigen steht der Sinn der großen Elektrizitätswerke nach der Einführung von möglichst wenig Schalterarten und -größen und nach einfachstem Aufbau. Erst diese Bedingungen werden die Gewähr für ein ähnlich vortreffliches Betriebsverhalten wie bei den Ölschaltern bieten.

F. Auswahl der Schalter im Betrieb.

Von allgemeinem Interesse dürfte es sein, wie sich die Auswahl der Schalter hinsichtlich Schaltvermögen und Bauart als Ersatz oder für den Neubau von Schaltanlagen im Bewag-Netz entwickelt hat.

Abb. 1 gibt eine Übersicht über die im Bewag-Netz im Regelfall geforderten Beträge für das Schaltvermögen. Der bloße Vergleich zwischen größtmöglicher Kurzschlußleistung und Schaltvermögen nach Abb. 1 würde eine

Untersicherung im Kraftwerk und eine Übersicherung im Verteilungsnetz erbringen. Die Schalter sind jedoch im Kraftwerk für den tatsächlich auftretenden Maschineneinsatz und nicht für den höchstmöglichen Einsatz aller Betriebsmittel, der sich nicht verwirklichen läßt, berechnet.

In den Abspannwerken wird das Schaltvermögen den möglichen Leistungen gerecht. Im Verteilungsnetz reicht das Schaltvermögen noch eher aus, denn die Kurzschlußleistungen sind in der weitaus überwiegenden Zahl aller Fälle durch die langen Verteilungskabel mit geringem Querschnitt erheblich kleiner als das einheitlich geforderte Schaltvermögen. Die Gründe für die Überbemessung sind der Vorzug gleicher Größe aller Schalter und dadurch die Möglichkeit, bei Umschaltungen zwecks anderer Netzaufteilung oder verstärkter Leistungszufuhr jede Station ohne Schalterauswechslung an jeden anderen Netzknoten anschließen zu können, und das Bestreben, der Station auch bei ihrer meist wenig sorgfältigen Wartung der Schaltgeräte unbedingten Schutz zu gewähren.

Als das Bewag-Netz in seinem heutigen Gebietsumfang im Jahre 1929 entstand, wurde der erste öllöse Schalter geschaffen. Schon 1930 fand er Eingang in die Anlagen der Bewag. Seine Vorteile wirkten trotz mancher Anfangsmängel so überzeugend, daß er in wichtigen Anlagen nach einigen Jahren bevorzugt und in der letzten Zeit nahezu ausschließlich eingesetzt wurde. Im 6 kV-Verteilungsnetz beherrscht der Ölschalter hingegen das Feld. Da hier am meisten Schalter anfallen, ist der jährliche Zuwachs von Ölschaltern dem an öllösen immer noch weit überlegen. Insgesamt sind seit 1930 etwa 900 Ölschalter und etwa 200 öllöse sowie einige ölarmer Schalter eingebaut worden.

Die neuen öllösen und ölarmer Schalter sind in ihrem Verhalten nicht gleichartig, aber ziemlich gleichwertig, und es ist zweifellos ein Zeichen gleichmäßigen Vertrauens der Bewag zu den verschiedenen neuen Schalterarten, daß sie in der Auswahl der Schalter für den Betrieb keine Unterschiede zwischen ihnen macht, sofern der Schalter mechanisch einwandfrei ist und sein Schaltvermögen auf Grund seiner Prüfung ausreicht. Dieses Gleichsetzen der verschiedenen Bauarten ist berechtigt, weil mechanische Ausführung und Schaltvermögen ausschlaggebend sind und die Unterschiede im Verhalten bei Überschreitung des Schaltvermögens, bei Leerabschalten von Umspannern und von Kabeln sowie bei Abschalten mit sehr hohen Einschwingfrequenzen im Bewag-Netz bis jetzt nirgends so maßgeblich erschienen, daß man auf sie hätte Rücksicht nehmen müssen. Die Bewag unterscheidet nur zwischen den Eigenschaften von öllösen bzw. ölarmer Schaltern und Ölschaltern, indem sie an betrieblich weniger wichtigen Netzstellen aus Kostengründen Ölschalter beibehält.

Zusammenfassung.

Ölschalter sind dank ihres einfachen Aufbaues im ungestörten Betrieb sehr verlässlich. Ältere Bauarten haben bei Kurzschlußabschaltungen wiederholt versagt. Die neuzeitlichen ölarmer und öllösen Leistungsschalter können alle Anforderungen erfüllen. Die größeren Schalter haben sich bereits im Prüffeld und Betrieb in jeder Beziehung gut bewährt. Einige kleinere Leistungsschalter und Leistungstrennschalter haben verschiedene Mängel gezeigt, die sich durch Verbesserungen im Aufbau beseitigen lassen. Die Bedingungen für das Auftreten hoher Einschwingfrequenzen im Netz sind einfach zu übersehen, für ihren Einfluß auf das Schaltvermögen hingegen ziemlich verwickelt. Das Schaltvermögen älterer Ölschalter kann stark von der Höhe der Einschwingfrequenz abhängen. Die Nachfolger des Ölschalters verhalten sich, soweit sie geprüft und für gut befunden wurden, gegenüber hohen Einschwingfrequenzen wie insgesamt zwischen Leerlauf und Kurzschluß zwar nicht völlig gleichartig, aber ziemlich gleichwertig.

Einsparung nickelhaltiger Legierungen beim Bau elektrischer Widerstände.

Von Karl Hurrele VDE, Nürnberg.

Übersicht. Der Aufsatz zeigt, welche Ersparnis an Widerstandslegierung und damit auch an Fremdbaustoff beim Bau elektrischer Widerstände durch Anordnung von Parallelzweigen zu erzielen ist.

Wo inländische Baustoffe noch nicht verwendet werden können, ist zum mindesten sparsamster Gebrauch des Fremdbaustoffes anzustreben. Beim Bau elektrischer Widerstände bedingt der Nickelanteil der Widerstandslegierung die höchste Devisenbelastung. Bei den handelsüblichen Legierungen für den Verwendungsbereich bis etwa 550 °C beträgt der Nickelgehalt bis zu 50 %, fällt also schon entscheidend ins Gewicht.

Die vorliegenden Betrachtungen gelten für Widerstände, deren Widerstandsdrähte die erzeugte Wärme frei an die umgebende Luft abgeben können. Sie gelten nicht für Widerstände mit Kühlung durch künstlich erzeugten Luftstrom oder solche Widerstände, bei denen durch Einbau in geschlossene Kästen eine Behinderung in der Wärmeabgabe allein schon durch die fast völlige Unterdrückung des Konvektionsanteiles auftritt.

Bestimmende Faktoren beim Bau eines elektrischen Widerstandes sind der Belastungsstrom, der Widerstandswert und die zugelassene höchste Erwärmung. Ausschlaggebend können ferner Platzbedarf und Gesamtgewicht sein. Die Einhaltung dieser Bestimmungsfaktoren muß bei einem Versuch zur Einsparung auf alle Fälle gewährleistet sein, d. h. die Ersparnis darf nicht auf Kosten der Güte gehen. Die Auflösung des Gesamt Widerstandes in Parallelzweige bringt hier eine Lösung, von der in der Praxis nicht immer hinreichend Gebrauch gemacht wird. An Hand der Rechnung wird im folgenden gezeigt, daß dieser Weg zu einer rein mengenmäßig beträchtlichen Einschränkung des Legierungsbedarfes führt, und zwar ohne Erhöhung des Platzbedarfes, des Gesamtgewichtes und der Gesamtkosten.

In den Listen der Lieferer für Widerstandsmetalle ist für verschiedene Erwärmung die Dauerstromstärke als Funktion der Drahtstärke angegeben. Diese Belastungswerte gelten zunächst für frei ausgespannte Drähte in ruhender Luft von 20 °C. Die von den einzelnen Firmen angegebenen Werte für die hier zunächst besonders zu betrachtenden Legierungen mit einem Verwendungsbereich bis 550 °C (spezifischer elektrischer Widerstand rd. 0,5 $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$) streuen etwas gegeneinander. Legt man die Angaben einer bestimmten Liste zugrunde, so kommt man zur Beziehung:

$$I = T_c d^{5/4},$$

wo I die Stromstärke in Amp., d der Drahtdurchmesser in mm ist¹⁾.

Das temperaturabhängige Glied T_c ergibt sich aus den Listenreihen zu:

$$T_c \approx 2,5 + 0,023 \tau,$$

wo τ die Erwärmung in °C ist; z. B.:

τ	°C	100	200	300	400	500
T_c		4,8	7,1	9,4	11,7	14,0

Aus dem gegebenen Strom folgt:

$$d = \left(\frac{I}{T_c} \right)^{4/5} \text{ in mm.}$$

Die Übereinstimmung der danach ermittelten Rechenwerte mit den Listenangaben ist als gut zu bezeichnen.

¹⁾ Über Schwankungen des Durchmessereponenten siehe auch Edler, Arch. Elektrotechn. 30 (1936) S. 312.

621. 316. 84 : 620. 1

Zahlentafel 1. Vergleichswerte Listenangabe und Rechenwerte, z. B. für $\tau = 200$ °C Erwärmung.

Durchmesser d	mm	0,5	1,0	2	3	4	5	6
Listenwerte VDM-Liste 1937 (Konstantan)	A	3,0	7,2	17,4	29,2	41,6	55,1	69,5
Rechenwerte nach Formel $I = T_c d^{5/4}$	A	2,98	7,1	16,9	28,0	40,3	53,0	66,7

Bei der Unterteilung des Widerstandes in n Parallelzweige wird also der erforderliche Drahtdurchmesser im einzelnen Zweig:

$$d = \left(\frac{I}{n T_c} \right)^{4/5} \quad (1)$$

(I = Gesamtstrom).

Ist R der geforderte Ohmwert für den Gesamt Widerstand, so ergibt sich für den Parallelzweig der Widerstand zu $n R$ Ohm. Über die erforderliche Drahtlänge eines Zweiges:

$$l_1 = \frac{\pi}{4 \rho} R d^2 n \text{ in m}$$

findet man das Gesamtgewicht für die n Zweige zu:

$$G = \frac{\pi^2 \gamma}{16 \cdot 10^3 \rho} R d^4 n^2 \text{ in kg}$$

und unter Einsetzen der Gl. (1) wird:

$$G = \frac{\pi^2 \gamma}{16 \cdot 10^3 \rho} \left(\frac{I}{T_c} \right)^{3,2} \frac{R}{n^{1,2}} \text{ in kg;}$$

hierbei ist ρ der spez. elektrische Widerstand in $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$, γ das spez. Gewicht des Widerstandswerkstoffes (g/cm^3).

Bei konstantem I , R und T_c ist also $G \sim n^{-1,2}$ (siehe Abb. 1). Der Verlauf der Kurve $G = f(n)$ zeigt, daß schon eine Unterteilung in nur 2 Parallelzweige eine Gewichts-

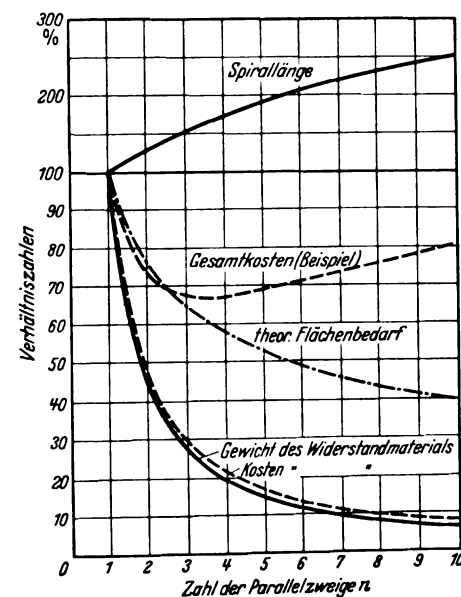


Abb. 1. Gewicht, Kosten, Spirallänge und Flächenbedarf in Abhängigkeit von der Unterteilung.

herabsetzung auf 43,5 % bringt, bei 4 Zweigen eine solche auf 19 %, wenn die bei Anordnung nur eines Zweiges erforderliche Menge zu 100 % gesetzt wird. Die ermittelte Gewichtsverhältniskurve und auch die später entwickelte Preisverhältniskurve für den Widerstandswerkstoff sind von der praktischen An-

ordnung des Widerstandsdrahtes ganz unabhängig. Die Verwendung freigestreckter Drähte wird in den allerwenigsten Fällen gegeben sein. Bei der normalen Anordnung in Wendelform (Locken) ist naturgemäß die Wärmeabgabefähigkeit niedriger als bei dem gestreckten Draht. Die Abgabefähigkeit ist dabei eine Funktion des Wendeldurchmessers, der Steigung, der gegenseitigen Lockenabstände usw. Nach Erfahrungswerten kann man bei Anordnung von Widerstandslocken mit etwa 30 bis 40 % der Leistung, also mit etwa 55 bis 63 % des Stromes rechnen, um gleiche Erwärmung wie beim gestreckten Wider-

standsdraht zu erhalten. Dies ist beim Einsetzen des Stromwertes in die Gleichungen zu beachten (siehe Beispiel). An der Gewichtersparnis bei Parallelschaltung ändert dies aber nichts. Anhaltspunkte über die Bemessung der Locken gibt das untenstehende Beispiel.

Nun ändert sich der Kilogrammpreis für Widerstandsdrähte mit dem Durchmesser. Der Kilopreis des schwächeren Drahtes ist naturgemäß höher als der des stärkeren. Bei den für den Widerstandsbau in Frage kommenden Legierungen und dem hier in Frage kommenden Durchmesserbereich von etwa 0,5 bis 6 mm Dmr. kann mit genügender Genauigkeit gesetzt werden:

$$p = \frac{p_1}{d^{1/10}} \quad \text{in RM/kg,}$$

wenn p_1 den Preis für 1 kg Draht mit 1 mm Dmr. bezeichnet.

Unter Einbezug dieser Preisfunktion in die Gewichtsgleichung ergibt sich für die Kosten des Widerstandswerkstoffs die Beziehung:

$$P = \frac{\pi^2 \gamma p_1}{16 \cdot 10^3 \varrho} \left(\frac{I}{T_c} \right)^{3,12} \frac{R}{n^{1,12}} \quad \text{in RM.}$$

Die Gewichtskurve wird also durch die Kilopreisschwankung nur unwesentlich beeinflusst. Die zweifache Parallelschaltung z. B. bringt hinsichtlich Kosten für Widerstandsmetall einen Rückgang auf etwa 46 %, die Anordnung von 4 Parallelgruppen einen solchen auf rd. 22 %.

Zu untersuchen ist nun, wie sich der Gesamtplatzbedarf zur Unterbringung der Widerstandslocken mit der Unterteilung in Parallelzweige ändert. Legt man eine Wendel mit der Steigung $s = \alpha d$ (mm) und einem mittleren Windungsdurchmesser $D = \beta d$ (mm) zugrunde, so wird die Windungszahl:

$$w = \frac{\sum l \cdot 10^3}{\pi \beta d} = \frac{10^3}{4 \varrho \beta} R d n^2 \quad \text{Windungen}$$

und die Wendellänge:

$$L = \frac{\alpha}{4 \varrho \beta} R d^2 n^2 \quad \text{in m}$$

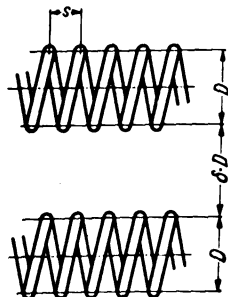
bzw. unter Einbezug von Gl. (1):

$$L = \frac{\alpha}{4 \varrho \beta} \left(\frac{I}{T_c} \right)^{1,6} R n^{0,4} \quad \text{in m (siehe Kurve).}$$

Rechnet man zunächst mit einem lichten Lockenabstand von δ D (mm), so wird der gesamte Platzbedarf bei nebeneinanderliegenden Locken (Abb. 2):

$$F = L D \frac{(1 + \delta)}{10^3} = \frac{\alpha (1 + \delta)}{4 \cdot 10^3 \varrho} \left(\frac{I}{T_c} \right)^{2,4} \frac{R}{n^{0,4}} \quad \text{in m}^2.$$

Der gesamte Flächenbedarf sinkt also mit steigendem Wert n . Unter Beibehaltung, d. h. Ausnutzung der für einen Zweig (also $n = 1$) notwendigen Fläche ($n = 1$; $F = 100\%$) kann also bei Anordnung von Parallelzweigen das Abkühlverhältnis der kleineren Locken sogar noch günstiger gestaltet werden, sei es durch Vergrößerung der Steigung, d. h. des Faktors α (und zwar um rd. 30 % bei $n = 2$ bzw. 75 % bei $n = 4$) oder durch Vergrößerung des gegenseitigen Abstandes der Locken, also des Faktors δ .



- D mittlerer Windungsdurchmesser
- $\delta \cdot D$ Lockenabstand
- s Drahtsteigung

Abb. 2. Lockenanordnung.

Zu prüfen bleibt die Frage der Gesamtkosten, die sich zusammensetzen aus den Kosten für das erforderliche Widerstandsmetall einerseits und den Kosten für Halterahmen, Befestigungs- und Anschlußteile, Wickel- und Montagekosten andererseits. Die letztgenannten Kosten steigen natürlich mit der Zahl der Teilzweige, also mit n . Einen wesentlichen Anteil bilden darin Lohnkosten und Kosten für inländische Baustoffe. Die Kurve der Gesamtkosten muß also bei irgendeinem Wert n einen Tiefpunkt aufweisen. Dieses Minimum tritt bei einem um so größeren

Wert n auf, je höher die Stromstärke und je geringer die zugelassene Grenztemperatur ist.

Während die bisher erwähnten Vergleichskurven G bzw. P bzw. $L = f(n)$ ganz allgemein gelten, ist die Gesamtkostenlinie für den einzelnen Fall zu ermitteln, schon mit Rücksicht auf die Abhängigkeit des obengenannten zweiten Kostenanteiles von der Art der Konstruktion und der Fertigung.

In Abb. 1 ist für ein Beispiel [$I = 40 \text{ A}^2$], $R = 2 \Omega$, Erwärmung 200°] die Verhältniskurve der Gesamtkosten gezeichnet. Die zugrunde gelegten Stoff- und Konstruktionskonstanten sind $\varrho = 0,49 \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}}$; $\gamma = 8,9 \text{ g/cm}^3$; $\beta = 10$, $F = \text{konst.}$, $\alpha = 3$ (bei $n = 1$). Konstruktiv ist ein Eisenrahmen vorgesehen, in dem nebeneinanderliegende Locken angeordnet werden. Die Locken sind an kleinen Isolatoren befestigt, wobei der Abstand der Abstützpunkte mit etwa 150 mm angenommen wurde. Der niedrigste Gesamtpreis ergibt sich nach der Kurve bei Anordnung von etwa vier Parallelzweigen. Als wichtigstes ergibt sich dabei ein Aufwand an Widerstandslegierung und damit ein Nickelbedarf von nur 19 % des Aufwandes, der bei Ausführung mit nur einem Widerstandszweig erforderlich gewesen wäre. Der Drahtdurchmesser bei vierfacher Parallelschaltung beträgt immer noch 2 mm, also eine Drahtstärke, bei der sich hinsichtlich Fertigung und mechanischer Festigkeit keinerlei Bedenken ergeben. Die Gesamtkosten ermäßigen sich dabei auf rd. 70 %. Bei gleichem Platzbedarf wie für Ausführung mit einem Zweig erlaubt die Ausführung in vier Parallelgruppen eine Vergrößerung des Steigungswertes um 75 %, das heißt α wird statt 3 etwa gleich 5,2. Das Gesamtgewicht bleibt ungefähr das gleiche. Das Mehrgewicht von Anschluß- und Befestigungsteilen wird ungefähr durch das Mindergewicht an Widerstandsmetall ausgeglichen.

Die Zeitkonstante elektrischer Widerstände in der beschriebenen Bauart ist im Vergleich zu der anderer elektrischer Geräte (Elektroöfen, Maschinen usw.) gering. Bei Widerständen, deren Belastungsdauer im Minutenbereich liegt, müssen deshalb bzgl. Grenzerwärmung praktisch schon fast immer die Verhältnisse hinsichtlich Dauerbelastung zugrundegelegt werden. Bei Widerständen für ganz kurze Einschaltdauer (z. B. Überschaltwiderstände) ist an sich für die Bemessung die Speicherwärme maßgebend. Es muß dabei allerdings die sichere Gewähr bestehen, daß die zugrundegelegten Belastungszeiten nicht überschritten werden.

Die gewonnenen Ergebnisse können sich naturgemäß je nach Art der verwendeten Legierung und der Stoffkonstanten etwas verschieben. Das Wesentliche aber ist, daß die Parallelschaltung ohne Herabsetzung der Güte in allen Fällen eine erhebliche Einsparung an Fremdbaustoff bringt, ein Gesichtspunkt, dem heute unbedingt Rechnung getragen werden muß; dabei soll einmal ganz abgesehen werden von der möglichen Herabsetzung des Gesamtpreises an sich. Wieweit mit der Unterteilung gegangen werden kann, ist selbstverständlich abhängig von der Größe der Bestimmungsfaktoren des Widerstandes selbst und dessen konstruktiver Ausführung. Die Zweifachparallelschaltung, die das Legierungsgewicht und den Nickelbedarf praktisch auf die Hälfte herabsetzt, dürfte aber in den allermeisten Fällen ohne weiteres durchführbar sein.

Zusammenfassung.

Die Auflösung eines elektrischen Widerstandes in parallel geschaltete Teilwiderstände bringt eine rein gewichtsmäßig beachtliche Einschränkung des Bedarfes an Widerstandslegierung und Fremdbaustoff. An Hand der Rechnung wird gezeigt, daß sich bei Ausführung in Parallelgruppen kein größerer Platzbedarf ergibt. Die Frage der Gesamtkosten, die von der Art der Konstruktion und der Fertigung mit beeinflusst werden, wird an Hand eines Beispiels erläutert. Die Gesamtkosten werden nicht größer.

²⁾ Unter Berücksichtigung der Wärmeabgabebeiziffer wird eingesetzt: $I = 40/0,6 = 66,7 \text{ A}$.

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 32 : 623 Ein neues Mittel der Luftschutzbeleuchtung von Kraftwerken und anderen Betriebsanlagen. — Zu den schwierigsten Problemen der Luftschutzverdunkelung gehört die Abdunkelung von Kraftwerken und ähnlichen Anlagen. Denn einerseits liegen hier außerordentlich umfangreiche Fensterflächen vor, deren Abschirmung sehr kostspielig und manchmal sogar praktisch undurchführbar ist. Andererseits würde die Unterbrechung des Betriebes bei derartigen Anlagen ganz besonders unerwünscht sein, da sie ja die Stilllegung einer ganzen Reihe abhängiger Betriebe zur Folge haben würde. Das gleiche gilt auch für Wasserwerke, Umspannwerke, Gaswerke, zahlreiche Betriebe der chemischen Industrie usw.

Die bisherigen Versuche, durch Einschränkung der normalen Beleuchtung zum Ziele zu gelangen, führten bestenfalls nur zu Teilerfolgen. Ein ganz neues Verfahren ermöglicht es, für Betriebe der genannten Art eine kompromißlose Lösung zu finden. Das Verfahren beruht auf den Arbeiten, die N. Riehl in den letzten Jahren auf dem Gebiet der Anwendung fluoreszierender und phosphoreszierender Stoffe durchführte. Es besteht im Prinzip darin, daß alle die Teile der Anlage, etwa eines Kraftwerkes, die zur Aufrechterhaltung des Betriebes unbedingt gut sichtbar bleiben müssen, mit einem fluoreszierenden Stoff belegt werden, also alle Skalen, Hebel, Geländer usw. Der gesamte Raum wird mit Sonderlampen ausgeleuchtet, die eine unsichtbare Strahlung aussenden und infolgedessen den Raum als Ganzes nicht erhellen, wohl aber die mit fluoreszierenden Stoffen ausgestatteten Teile zum Aufleuchten bringen. So wird erreicht, daß der Raum als Ganzes völlig dunkel bleibt und alle diejenigen Teile, die zur Aufrechterhaltung des Betriebes sichtbar bleiben müssen, für das arbeitende Personal deutlich erkennbar sind. Die Aufrechterhaltung des Betriebes bietet also keine Schwierigkeiten. Da aber flächenmäßig der Anteil der leuchtenden Flächen gegenüber den dunkel gebliebenen Teilen sehr klein ist, so erscheint die Gesamtanlage aus größerer Entfernung völlig dunkel und bleibt bei Nacht unsichtbar.

Die erwähnte Sonderlampe ist eine Quecksilberdampfampe mit Edison-Sockel, die an Stelle eines Klarglaskolbens einen Dunkelglaskolben hat und entsprechend nur unsichtbare Strahlung herausläßt. Die wirksame Strahlung hat eine Wellenlänge von 350 bis 405 mμ. Sie ist also nicht identisch mit der wesentlich kürzerwelligen, physiologisch wirksamen Ultraviolettstrahlung, ist aber ebenso wie diese unsichtbar.

Das gemeinsame Merkmal all derjenigen Betriebe, für die das neue Verfahren anwendbar ist, kann folgendermaßen angegeben werden: Es sind dies alle diejenigen Betriebe, bei denen der Gegenstand der Erzeugung nicht sichtbar zu sein braucht, sondern lediglich die Apparatur, die zur Überwachung und Leitung des Erzeugungsvorganges dient. [N. Riehl, Vortrag vor der Bezirksgruppe Berlin der Dtsch. Lichttechn. Ges. am 13. 1. 1938.] *eb.*

Geräte und Stromrichter.

621. 316. 57. 064. 25 Kontraktionskammer für Hochspannungsölschalter. — G. Öhman beschreibt die Überlegungen, die zur Durchbildung der Kontraktionskammer geführt haben. Der damit ausgerüstete Ölschalter soll den Stromkreis betriebssicher, schnell und überspannungsfrei öffnen. Um die mechanischen, thermischen und elektrischen Beanspruchungen des Gerätes klein zu halten, muß die im Lichtbogen umgesetzte Energie so klein wie möglich gehalten werden. Hierzu darf der Lichtbogen keinen großen Drücken ausgesetzt und nicht stark in die Länge gezogen werden, d. h. die Ausschaltgeschwindigkeit darf nur klein sein. Um Überspannungen und hohe Löschspitzen zu vermeiden, darf das Löschen jeweilig nur im Stromnulldurchgang erfolgen. Diese Forderungen stehen teilweise zueinander im Widerspruch und mußten deshalb untereinander abgeglichen werden:

1. Die Löschwirkung soll so bald wie möglich nach Beginn der Kontakttrennung einsetzen.
2. Der Lichtbogen soll möglichst beim ersten Stromnulldurchgang nach der Kontakttrennung bei möglichst kleiner Schaltgeschwindigkeit gelöscht werden.

3. Das Löschmittel soll bei Aufwendung möglichst geringen Druckes wirksam ausgenutzt werden.
4. Die Löschwirkung soll der Größe des zu unterbrechenden Stromes angepaßt sein. Die Löschung soll unabhängig von der Größe des Stromes im Lichtbogen und niemals vor dem Stromnulldurchgang erfolgen.

Die Erfüllung dieser vier Forderungen ließ sich in Ermangelung ausreichender Berechnungsunterlagen nur durch zeitraubende und kostspielige Versuchsreihen im Hochleistungsprüfstand nachweisen.

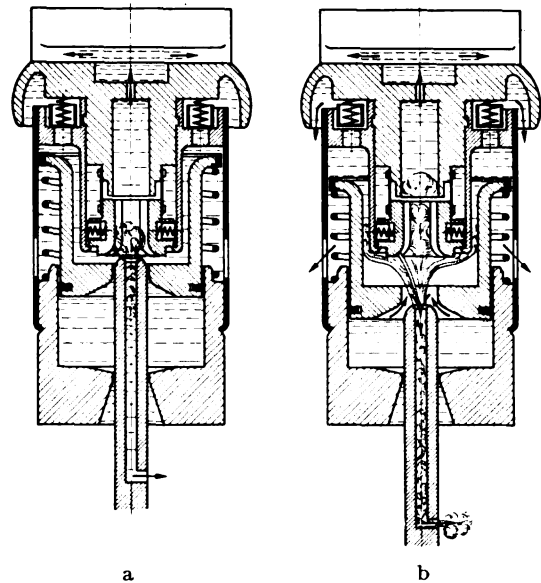
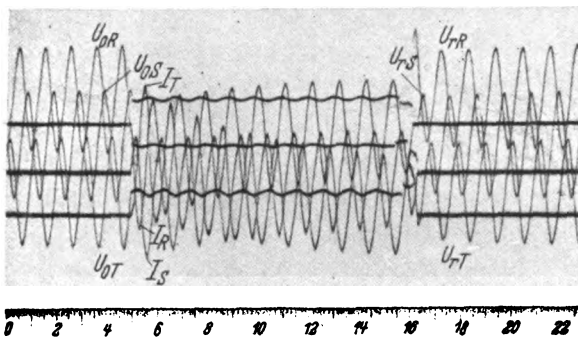


Abb. 1. Wirkungsweise der Kontraktionskammer beim Abschaltvorgang.

Abb. 1 zeigt die Wirkungsweise der von D. Rönneberg erfundenen Kontraktionskammer, mit welcher der Ölschalter an seinen Unterbrechungsstellen ausgerüstet ist. Die Kammer besteht aus einem äußeren Zylinder mit einem darin beweglichen becherartigen Kolben aus Isolierstoff. Abb. 1a zeigt den durch entsprechende Bohrungen im Kammer- und Kolbenboden gehenden Schaltstift im Augenblick der Kontakttrennung. Der Kolben wird dabei durch Federwirkung gegen den oberen Kammerdeckel gedrückt. In Abb. 1b hat sich der Kolben unter Einwirkung des Druckes der vom Lichtbogen erzeugten Gase bereits ein wenig nach unten bewegt, wobei die Differenz der oberen und unteren Kolbenfläche als Angriffsfläche für den Druck in Frage kommt. Unter dem Einfluß der Abwärtsbewegung strömt das im unteren Kammerteil befindliche Öl unter mäßigem Druck seitlich am Lichtbogen vorbei, ohne ihn in der Querrichtung abzuschneiden. Hierbei wird der Lichtbogen klein im Durchmesser gehalten und äußerst wirksam gekühlt, so daß er nach ein bis zwei Halbwellen im Stromnulldurchgang erlischt. Gleichzeitig tritt durch den hohlen Schaltstift auch Gas nach unten hin aus. Die Schaltstiftspitze wird nach dem Erlöschen des Lichtbogens mit einer Schicht frischen, gasfreien Öles umhüllt, so daß eine Neuzündung nicht mehr eintreten kann. Überschreitet der Druck in der Kammer einen festgesetzten Wert, so sprengen die im Kammerdeckel angeordneten Sicherheitsventile an und lassen die Gase entweichen.

Abb. 2 zeigt das Oszillogramm der Abschaltung eines symmetrischen Kurzschlußstromes von 41,7 kA bei einer wiederkehrenden Spannung von 10,5 kV entsprechend 760 MVA Abschaltleistung durch einen Ölschalter mit Kontraktionskammern für 11 kV Nennspannung und 2500 A Nennstrom. Man erkennt, daß die oben gestellte Forderung 1 des sofortigen Einsetzens der Löschwirkung gut erfüllt ist. Die Lichtbogensdauer beträgt gemäß Forderung 2 nur 2 bis 2,5 Halbwellen. Die Ausschaltgeschwindigkeit braucht hierbei nur klein zu sein, da schon nach 1 bis 2 cm Weg des Schaltstiftes der Durchlauf

des Kolbenkanals geöffnet wird. Forderung 3 wird besonders gut erfüllt, da nach Ansicht des Verfassers das aktive Löschmittel aus reinem, von Schaltgasen freiem Öl mit hoher Durchschlagsfestigkeit besteht. (Der Bericht sieht die gute Löschwirkung darin, daß das Öl an den heißen Lichtbogen so nahe herangebracht wird, daß die Kühlung der heißen Restsäule schnell vonstatten geht. Das Einschieben einer Schicht frischen Öles in den Lichtbogenpfad erscheint bei der geringen Ölgeschwindigkeit in der kurzen zur Verfügung stehenden Zeit nicht möglich.) Da die Kammer mit dem vom Lichtbogen selbst erzeugten Gas arbeitet und keine Querströmungen bewirkt, die den Lichtbogen vor dem Stromnulldurchgang löschen könnten, so ist auch die 4. Forderung des überspannungsfreien Schaltens erfüllt (soweit es sich um hohe Ströme handelt).



Nennspannung 11 kV	Lichtbogendauer 0,02 bis
Nennstrom 2500 A	0,025 s
Frequenz 50 Hz	sym. Ausschaltstrom 41,7 kA
wiederkehrende Spannung	sym. Ausschaltleistung
10,5 kV	760 MVA

Abb. 2. Oszillogramm einer Abschaltung mit dem Kontraktions-schalter.

Infolge der geringen Gasentwicklung halten sich die Drücke in den Kammern in mäßigen Grenzen. Die Schaltergefäße erfahren weit kleinere mechanische Beanspruchungen als beim üblichen Ölschalter, so daß sie wesentlich schwächer bemessen werden können. Diese Gesichtspunkte sind für den Bau ölarmen Schaltergeräte von besonderer Bedeutung, die für Spannungen von 3,3 bis zu 220 kV durchgebildet worden sind. Diese ölarmen Geräte heißen nach der in ihnen verwendeten Kontraktionskammer „Kontraktionsschalter“. [G. Ohman, Asea's Tidn. 29 (1937) S. 170; 5 1/2 S., 9 Abb.] W. Es.

621. 314. 57 Der fremdgeführte Wechselrichter in Gegentaktschaltung. — Die Arbeit bringt eine rechnerische Untersuchung des fremdgeführten Wechselrichters in Gegentaktschaltung und belegt die Rechnung durch Versuchsergebnisse. Die Berechnung des Wechselrichters erfolgt unter Zugrundelegung einer unendlich großen Kathodendrossel, also eines oberwellenfreien Gleichstromes. Dieser Fall wird praktisch meist mit guter Annäherung erreicht. Durch Einführung einfacher Korrekturfaktoren sind die Rechnungsergebnisse auch für den Fall zu verwenden, daß der Gleichstrom mit Oberwellen behaftet ist. Die Gleichstromwelligkeit läßt sich dann aus den Schaltelementen des Wechselrichters leicht berechnen. Durch Einführung des „Belastungsgrades“ gelingt eine einheitliche und übersichtliche Darstellung aller Betriebsverhältnisse. Es wird gezeigt, daß bei reiner Widerstandsbelastung der Belastungsgrad allein alle Strom- und Spannungsformen bestimmt, daß bei induktiver Belastung außer dem Belastungsgrade der Leistungsfaktor des Belastungskreises von entscheidendem Einfluß auf die Strom- und Spannungsformen ist. Auch ist es nicht ganz gleichgültig, ob die Belastung aus einer Reihen- oder Parallelschaltung von Induktivität und Widerstand besteht. Bei induktiver Belastung des Wechselrichters können Eigenschwingungen zwischen dem Löschkondensator und der Belastungsinduktivität auftreten, die unter Umständen die Wechselspannung erheblich verzerren.

Die wichtigsten Betriebsgrößen, nämlich die Leistungsaufnahme des Wechselrichters und der Effektivwert der Wechselspannung sind in ihrer Abhängigkeit vom Belastungsgrade bei verschiedenen Leistungsfaktoren graphisch dargestellt. Es zeigt sich, daß bei gegebenem $\cos \varphi$ die Spannung bei Entlastung

des Wechselrichters stark ansteigt und im Leerlauf unendlich groß wird, im Kurzschluß wird sie gleich der treibenden Gleichspannung. Die Leistungsaufnahme des Wechselrichters ist sowohl im idealen Kurzschluß wie im idealen Leerlauf unendlich groß, beide Belastungsfälle sind daher praktisch nicht zu verwirklichen. Bei festem Leistungsfaktor weisen alle Leistungskurven ein Minimum bei dem Belastungsgrade Eins auf, der damit zu einem besonders kennzeichnenden Werte wird. Bei reiner Blindbelastung bedeutet der Belastungsgrad Eins Resonanz zwischen der Belastungsinduktivität und dem Löschkondensator.

Die Belastbarkeit des Wechselrichters wird untersucht und festgestellt, daß sie bei guten Leistungsfaktoren hauptsächlich durch die Entionisierungszeit der Stromrichter begrenzt ist, daß aber bei geringem Leistungsfaktor außerdem durch die Schaltelemente bedingte Belastungsgrenzen auftreten. Der Einfluß der Entionisierungszeit der Stromrichter auf die Belastbarkeit des Wechselrichters ist außerordentlich groß, besonders bei hohen Frequenzen. Aus diesem Grunde eignen sich Glühkathodenröhren mit ihren verhältnismäßig geringen Entionisierungszeiten weit besser zum Betriebe fremdgeführter Wechselrichter als Quecksilberdampf-Stromrichter. Auch sollte man zur Erhöhung der Betriebssicherheit durch Wahl einer zweckmäßigen Gittersteuerung die Entionisierungszeit möglichst weit herabsetzen.

Es werden mehrere Verfahren zur Erzeugung angenähert sinusförmiger Spannung untersucht, die alle auf der Schaffung eines Schwingungskreises geeigneter Eigenfrequenz und von möglichst geringer Dämpfung beruhen. Praktische Bedeutung kommt nur einem dieser Verfahren zu, bei dem eine mit dem Löschkondensator auf Resonanz bei der Steuerfrequenz abgestimmte Induktivität parallel zum Belastungskreis geschaltet wird. Verwendet man Stromrichter mit kleiner Entionisierungszeit, und ist der Leistungsfaktor des Belastungskreises nicht zu niedrig, so gelingt es mit Hilfe einer solchen abgestimmten Parallelinduktivität nicht nur, die Spannungsform erheblich zu verbessern, sondern auch die Spannung fast belastungsunabhängig zu machen.

In gewissen Belastungsbereichen treten störende Schwebungserscheinungen in der Wechselspannung auf, die den Betrieb des Wechselrichters unter Umständen unmöglich machen können. Es wird gezeigt, daß diese Störungen ihre Ursache in der Sättigung des Umspanners haben, und angegeben, wie der Umspanner zu bemessen ist, um diese Schwebungen zu vermeiden. [W. Ostendorf, Arch. Elektrotechn. 32 (1938) H. 6, S. 349; 23 S., 25 Abb.]

621. 318+. 319. 062. 3 : 621. 314. 024 Zur Theorie der Boucherot-Schaltung. — Der Einfluß einer als Überspannungsschutz dienenden gesättigten Drosselspule auf die Kennlinien der altbekannten Boucherot-Schaltung wird untersucht. Diese besteht im einfachsten Falle aus einem Spannungsresonanzkreis, zu dessen einem Blindwiderstand der mit konstantem Strom zu versorgende Verbraucher parallelgeschaltet ist. Sie ist in letzter Zeit im Zusammenhang mit der Frage der Gleichstrom-Hochspannungsübertragung wieder Gegenstand eingehender Untersuchungen geworden. An Hand eines graphisch-rechnerischen Verfahrens wird gezeigt, daß ein konstanter Nutzstrom im eigentlichen Verbraucherkreis nur noch im ungesättigten Bereich der zur Nutzlast parallelgeschalteten Drosselspule erzielt wird. Der zu erwartende Verlauf der neuen Kennlinien kann ohne und mit Berücksichtigung der Drosselspulenverluste bestimmt werden. [G. Hauffe, Arch. Elektrotechn. 32 (1938) H. 6, S. 398; 2 1/3 S., 7 Abb.]

Elektromaschinenbau.

621. 317. 39 : 621. 313. 047. 2 Messung der Kommutatorerwärmung bei elektrischen Maschinen. — Die Ermittlung der Kommutatorerwärmung an der laufenden Maschine ist in der Regel mit großen Schwierigkeiten verbunden, weil bei den meisten in Vorschlag gebrachten Verfahren die Zuverlässigkeit der Meßergebnisse durch das Hinzutreten von Störscheinungen mehr oder weniger stark beeinträchtigt wird. Am einfachsten und zuverlässigsten läßt sich die Kommutatorober-temperatur während des Betriebes mittels eines eigens hierzu geeichten Quecksilberthermometers mit Maximumanzeige feststellen, das am Kommutator angemacht wird. Will man aber den Verlauf der Erwärmungskurve bei einer bestimmten Belastung aufnehmen, so kann die Messung mittels eines Thermoelementes erfolgen, das mit der Oberfläche des umlaufenden

Kommutators in Berührung steht und dessen Klemmen über Schleifringe und Bürsten an eine Brückenschaltung angeschlossen sind. Über die Abkühlungsverhältnisse des Kommutators gibt die Abkühlungskurve Aufschluß, die an der stillgelegten Maschine mit dem Quecksilberthermometer oder mit Thermoelement aufgenommen werden kann. Letzteres Verfahren ist entschieden vorzuziehen, weil das Thermoelement mit seiner äußerst geringen Wärmekapazität den Temperaturschwankungen viel getreuer folgt. Die Ablesungen werden in gleichen Zeitzwischenräumen (etwa alle 10 min) vorgenommen. Bekanntlich erfolgt der Wärmeaustausch zwischen einem erhitzten Körper und seiner kalten Umgebung nach einer Exponentialfunktion. Kennt man einige Punkte der Exponentialkurve, so läßt sich die Ursprungsordinate durch rechnerische oder graphische Interpolation sehr leicht ermitteln. Im Falle der Abkühlungskurve wäre die Ordinate im Ursprung theoretisch identisch mit der Kommutatortemperatur im Augenblick des Ausschaltens der Maschine. Es besteht somit die Möglichkeit, die Abkühlungskurve zur Messung der Kommutatorerwärmung zu benutzen. Hierbei ist jedoch folgendes zu beachten: Beim Ausschalten kommt die Maschine nicht plötzlich zum Stillstand. Es vergeht somit eine gewisse Zeit bis zur ersten Temperaturablesung an der stillgelegten Maschine. Die Abkühlungsverhältnisse der Maschine im Betrieb sind aber gänzlich verschieden von den der stillstehenden Maschine. Aus dieser Überlegung ergibt sich die Notwendigkeit, die Auslaufzeit durch Bremsung des Ankers nach Möglichkeit zu kürzen, will man bei der Extrapolation zu einigermaßen brauchbaren Ergebnissen gelangen. — Vergleichende Versuche, die von Orsi am Mailänder elektrotechnischen Institut „Carlo Erba“ durchgeführt worden sind, zeigen eine für praktische Zwecke genügende Übereinstimmung zwischen den durch Extrapolation gewonnenen und den unmittelbar gemessenen Kommutatorerwärmungen. [A. Orsi, *Elettrotecnica* 24 (1937) S. 770; 2 S., 5 Abb.] Sls.

621. 313. 1. 013. 5 Über die Nutstreuung elektrischer Maschinen, II. Teil. — Der zweite Teil der Arbeit¹⁾ beschäftigt sich mit den durch halbkreisförmige Abrundungen begrenzten sowie mit kreisförmigen Nuten. Die Ermittlung der Leitwertzahl zur Berechnung der Nutstreuspannung setzt die Kenntnis des Wicklungsfaktors voraus, mit dessen Hilfe aus der Leitwertzahl des Nutstreuflusses die der Nutstreuspannung berechnet werden kann. Unter der Voraussetzung parallelinen und zur Nutmittelebene senkrechten und geradlinigen Feldverlaufs wird diese Rechnung zunächst für die durch Halbkreise begrenzte Nut durchgeführt. Der Wicklungsfaktor erweist sich abhängig von den Verhältnissen Leiterbreite zu Nutbreite und Höhe des parallelwandigen Teils zu Nutbreite. Sein Verlauf wird in einer Kurve dargestellt. Die dann nach Richter berechneten Leitwertzahlen werden verglichen mit den aus der Messung erhaltenen; beide zeigen gute Übereinstimmung. Weiter wird im Anschluß an diese Untersuchung die von Richter für das Verhältnis Nutdurchmesser zu Nutschlitz gleich 4,0 angegebene Leitwertzahl 0,66 durch die Messung geprüft und dabei festgestellt, daß der tatsächliche Wert wesentlich höher liegt als der rechnerisch ermittelte.

Die auch der mathematischen Beschreibung gut zugängliche kreisförmige Nut ermöglicht es, das Feldbild unter der Voraussetzung verschwindender Tangentialkomponente der magnetischen Feldstärke längs der Nutberandung und konstanter Feldstärke im Nutschlitz mit Hilfe der Maxwellschen Sätze zu berechnen. Die zur Lösung der Differentialgleichung erforderlichen Randbedingungen sind darstellbar durch Fouriersche Reihen, aus denen durch Koeffizientenvergleich mit den als Reihenentwicklungen angesetzten Funktionen sich deren Koeffizienten bestimmen lassen. Die rechnerische Auswertung der Reihen führt zur Zeichnung von Feldbildern, aus denen die Leitwertzahl für Nutstreufluß und Nutstreuspannung und damit auch der Wicklungsfaktor bestimmbar sind. Es zeigt sich befriedigende Übereinstimmung zwischen Rechnung und Messung, dagegen eine ganz erhebliche Abweichung gegenüber den im Schrifttum angegebenen Werten, die ganz besonders groß ist bei im Vergleich zum Nutdurchmesser engen Nutschlitz. Gleichzeitig ergibt sich die Möglichkeit, mit Hilfe des stark von dem vereinfachten Verlauf abweichenden Feldbildes festzustellen, wie weit die Wicklungsfaktoren zur Umrechnung der Leitwertzahl des Nutstreuflusses in die der Nutstreuspannung bei vereinfachtem und genauem Feldverlauf übereinstimmen. Es zeigt sich, daß die Abweichungen zwischen beiden Werten nur gering sind. Die auch hier auftretende Verminderung der Leitwertzahl infolge der Stromverdrängung wird im Zusammen-

hang mit den anderen Nutformen im dritten Teil der Arbeit behandelt. [H. Rothert, *Arch. Elektrotechn.* 32 (1938) H. 6, S. 372; 17 S., 16 Abb.]

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 374. 082. 12 Messung dielektrischer Verluste mit Elektrodynamometern. — Bei der Messung der dielektrischen Verluste von Kondensatoren, Kabeln und Hochspannungsgeräten handelt es sich um die Aufgabe, Wirkleistungsmessungen bei Hochspannung und kleinen Leistungsfaktoren auszuführen. Für solche Messungen kann man in vielen Fällen hochempfindliche elektrodynamische Leistungsmesser in Verbindung mit Strom- und Spannungswandlern verwenden, vorausgesetzt, daß die Winkelfehler dieser Geräte durch besondere Maßnahmen auf einen sehr geringen Betrag (weniger als 1°) herabgesetzt¹⁾ oder durch Anwendung eines besonderen Meßverfahrens unwirksam gemacht werden. W. Geyger gibt einen Überblick über die verschiedenartigen, hierfür geeigneten Verfahren. Bei den Ausschlagverfahren nach Shanklin²⁾ und Rump³⁾ wird die zu messende Wirkleistung unter Berücksichtigung der Übersetzungsverhältnisse der Meßwandler an einem elektrodynamischen Leistungsmesser unmittelbar abgelesen. Im Gegensatz hierzu wird bei den Nullverfahren nach Tauber-Gretler⁴⁾ und Rosa die zu messende Wirkleistung aus einem der Nulleinstellung entsprechenden Widerstandswert unter Berücksichtigung der Instrumentkonstanten des benutzten Elektrodynamometers und des Spannungswandler-Übersetzungsverhältnisses nach einfachen Formeln berechnet. [W. Geyger, *Arch. techn. Messen* V 3418—4 (1938) Lfg. 80; 2. S., 5 Abb.]

Ggr.

Verkehrstechnik.

621. 335. 4 (494) Elektrische Schnelltriebzüge der Schweizerischen Bundesbahnen. — Die Schweizerischen Bundesbahnen haben 2 neue elektrische Schnelltriebzüge für die elektrisierten Strecken in Betrieb genommen, die aus je zwei Trieb- und einem Beiwagen bestehen. Bei einem Leergewicht

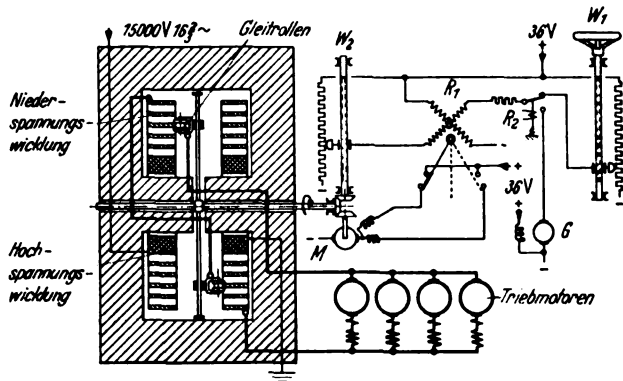


Abb. 3. Schema des Gleittransformators.

von 116 t enthält der Zug 192 Sitzplätze 3. Klasse und 40 Sitzplätze 2. Klasse. Das Oberdach, die Windverkleidungen, Beschläge und Kleinteile sind aus Leichtmetall hergestellt. Die Rahmen und Wagenkästen sind aus Stahl elektrisch geschweißt. Die Züge haben 8 Motoren von je 216 kW Stundenleistung bei 360 V, 690 A und 1800 U/min. In der Ebene kann der Zug in 60 s auf 120 km/h beschleunigt werden. Die Transformator sind über den inneren Drehgestellen der Triebwagen eingebaut. Erstmals auf Triebfahrzeugen wurde der sog. Gleittransformator verwendet, der konzentrisch um die inneren Primärwicklungen in Spiralen angeordnete blanke Niederspannungsspulen hat (siehe Abb. 3). Auf diesen Spiralen gleiten Kontaktrollen, die bei Drehung der durch die Mitte des Transformators gehenden Welle auf den Spulen abrollen. Die Motorenspannung kann also kontinuierlich geändert werden, der Gleittransformator stellt eine Vereinigung von Transformator und Fahrshalter dar. Die Drehung der Welle mit den Kontaktrollen erfolgt durch

¹⁾ G. Keinath, *Arch. techn. Messen* J 741—2 (1932) und V 3418—3 (1935).

²⁾ G. B. Shanklin, *Gen. electr. Rev.* 19 (1916) S. 842.

³⁾ S. Rump, *Brown Boveri-Mitt.* 10 (1923) S. 152.

⁴⁾ A. Tauber-Gretler, *Bull. schweizerisch. elektrotechn. Ver.* 18 (1927) S. 543 u. 19 (1928) S. 395.

¹⁾ H. Rothert, I. Teil, *ETZ* 59 (1938) S. 566.

einen 36 V-Gleichstrommotor. Bei Bewegung der Handsteuerwalze W_1 im Führerstand wird ein Kontakt am Spannungsteiler verschoben. Das polarisierte Relais R_1 schaltet den Motor ein, und dieser läuft so lange, bis auf der Gegenwalze W_2 am Transformator der Kontakt am Widerstand in die gleiche Stellung wie bei W_1 gekommen ist. Dann ist die Reglerspule des Relais Stromlos, und der Motor wird ausgeschaltet. Auf der Null- oder den Bremsstellungen der Walze W_1 werden die Fahrmotoren abgeschaltet und die Reglerspule des Relais über das Hilfsrelais R_2 an einen von den Achsen angetriebenen Generator G gelegt, dessen Spannung der Fahrgeschwindigkeit proportional ist. Der Reglermotor stellt so die Kontaktrollen immer in die der jeweiligen Fahrgeschwindigkeit entsprechende Stellung, und beim Wiedereinschalten braucht die Steuerung keine unnötigen Bewegungen zu machen. Dies ist ein großer Vorteil für kurvenreiche Strecken, auf denen häufig gebremst und angefahren werden muß. Bei der elektrischen Bremsung, die als Betriebsbremse benutzt wird, werden die zwei Motoren eines Drehgestells in Reihe geschaltet und arbeiten als Gleichstrom-Hauptschlußgeneratoren auf Widerstände. Ihre Felder werden anfangs kurzzeitig durch Batteriestrom erregt. Von der elften der zwanzig Bremsstufen an wirkt in den Beiwagen zusätzlich die Luftdruckbremse. Wenn auf den letzten Stufen auch die Luftdruckbremsen der Triebwagen wirken, wird die elektrische Bremsung unterbrochen. Die Zugbeleuchtung wird gleichzeitig mit der Steuerung von einem Umformer von 6,2 kW Dauerleistung gespeist. Die Heizung der Wagen erfolgt mit Warmluft, die elektrisch geheizt und durch Thermostaten geregelt wird. Die Probefahrten mit den beiden bisher gelieferten Schnelltriebzügen verliefen zur vollen Zufriedenheit. Der eine der Züge wird vom Mai 1938 an in den fahrplanmäßigen Betrieb eingestellt, der andere wird als Reserve oder zu Ausflugs- und Gesellschaftsfahrten eingesetzt. [W. Müller, Schweiz. Bauztg. 111 (1938) S. 125; 5 S., 7 Abb.] *Dit.*

621. 335. 4 (73/79) Leichtgewichts-Straßenbahnwagen für New York. — Für den Broadway-Theaterbezirk wurden 50 Leichtgewichtswagen in Auftrag gegeben, von denen zwei Probeausführungen bereits in Betrieb genommen wurden. Durch weitgehende Verwendung von Aluminiumlegierungen für den Aufbau des Rahmens und Wagenkastens und von Aluminiumblechen für die Verkleidung und das Dach wurde bei einer Gesamtlänge von 13 265 mm ein Gesamtgewicht von nur 14,7 t erzielt. Die Wagen haben 52 Sitzplätze und sind mit vier Motoren für 300 V mit zusammen 113 kW Stundenleistung ausgerüstet. Der Nockenfahrshalter hat 20 Widerstands- und eine Dauerstellung. Man erhält so eine sanfte Anfahrt mit etwa $1,8 \text{ m/s}^2$ Beschleunigung bis zu $22,5 \text{ km/h}$ Geschwindigkeit. Die Höchstgeschwindigkeit beträgt 61 km/h . Die Pfeilverzahnung des Übersetzungsgetriebes gewährleistet ruhigen Lauf. Die Wagen sind mit Luftdruckbremse ausgestattet. Als Totmanns-einrichtung ist der Bremsfußhebel mit einem Kontakt versehen, der die Hauptstromkreise unterbricht und die Bremsung einleitet, wenn der Fahrer den Fuß von dem Hebel nimmt. Die Türen werden vom Wagenführer elektropneumatisch betätigt, sie sind ebenfalls mit dem Hauptstromkreis und der Brems-einrichtung verriegelt, so daß ein Anfahren unmöglich ist, solange nicht alle Türen geschlossen sind. Können die Türen durch Einklemmen eines Gegenstandes sich nicht ganz schließen, so öffnen sie sich selbsttätig wieder durch die Betätigung einer beweglichen Kontaktschiene an den Türkanten. Diese Einrichtung wirkt aber nicht mehr, wenn der Fahrshalter schon auf der dritten Fahrstellung steht, nach dem Anfahren kann die Notbremsung nicht eingeleitet werden, wenn der Kontakt an den Türkanten mutwillig oder zufällig betätigt wird. Zur Speisung der Hilfsstromkreise dient ein vom Luftverdichter angetriebener 12 V-Generator in Verbindung mit einer Batterie. Die Fenster der Führerstände können durch einen Warmluftstrom eisfrei gehalten werden. Die Wagenheizung wird durch Thermostaten geregelt. Die Beleuchtungskreise sind an 600 V Fahrdrahtspannung angeschlossen, wobei 20 Lampen von je 48 W in Reihe geschaltet sind. [Transit J. 82 (1938) S. 56; 2 S., 1 Abb.] *Dit.*

Fernmeldetechnik.

621. 397. 611 Theorie und Arbeitsweise des Ikonoskops. — Durch die Einführung des Speichereffekts sind die zum Fernsehen erforderlichen Beleuchtungsstärken wesentlich herabgesetzt und dadurch das unmittelbare Fernsehen in Außen- und Innenräumen ermöglicht worden. V. K. Zworykin, G. A. Morton und L. E. Flory untersuchen die Theorie des Wirkungsgrades des auf diesem Effekt beruhenden Ikonoskops

und die Möglichkeiten, diesen Wirkungsgrad zu erhöhen. Beim Ikonoskop ist die photoelektrische Abtastfläche in winzige Einzelzellen aufgelöst, Silberkugeln von 2μ bis 6μ Größe, die gegeneinander isoliert und durch Oxydation und Behandlung mit Zäsium aktiviert sind. Diese Einzelzellen liegen auf der einen Seite eines dünnen Glimmerblättchens und bilden mit der gemeinsamen Gegenbelegung auf der andern Seite kleine Kondensatoren. Das zu übertragende Bild wird durch ein Objektiv dauernd auf diesen photoelektrischen Rasterschirm entworfen, der sich in einer Kathodenstrahlröhre befindet (Abb. 4). Durch Emission von Photoelektronen laden sich die

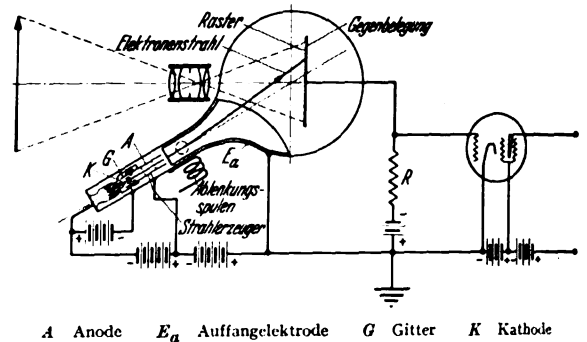


Abb. 4. Ikonoskop.

einzelnen Kondensatoren je nach der Belichtungsstärke verschieden stark positiv auf. Diese aufgespeicherte Ladung wird durch den magnetisch gesteuerten Elektronenstrahl, der nach einander die Elemente des Rasterschirms überstreicht, neutralisiert. Dadurch entsteht eine Folge von der Bildpunkthelligkeit proportionalen Stromstößen auf das Gitter des anschließenden Bildverstärkers. Von dem Raster geht ein dauernder Strom von Sekundärelektronen aus, die teilweise zum Raster zurückkehren, teilweise die Auffangelektrode E_a erreichen. Die Rechnungen der Verfasser zeigen, daß 75% der Sekundärelektronen zum Raster zurückkehren und nur 25% die Auffangelektrode erreichen. Bei unbelichtetem Raster ergeben diese 25% einen gleichförmigen Strom durch den Widerstand R . Die Schwankungen dieses Stromes bei Belichtung des Rasters sind die Fernsignale.

Die Empfindlichkeit des Ikonoskops hängt davon ab, wie weit diese Signale verstärkt werden können, d. h. von dem Verhältnis der durch die thermischen Schwankungen im Widerstand R erzeugten Spannung zu der vom Signal erzeugten Spannung. Ist das Verhältnis 3%, so erhält man ein störungsfreies Bild, bis zu 10% ist das Bild noch gut erkennbar. Die für ein gebräuchliches Ikonoskop durchgeführten Rechnungen ergeben bei einem Störungsanteil von 10% eine erforderliche Beleuchtung von $7 \cdot 10^{-4} \text{ lx}$, bei 3% von $2,3 \cdot 10^{-3} \text{ lx}$.

Zur Vergrößerung der Empfindlichkeit werden zwei Wege beschrieben. Man kann den Störungsanteil herunterdrücken, wenn man die vom Raster ausgehenden Sekundärelektronen zunächst auf eine Zelle mit Sekundäremissionsvervielfachung auffallen läßt. Dadurch lassen sich die thermischen Störungen vollständig beseitigen. Die Begrenzung ist hier durch den bei der Sekundäremission am Raster auftretenden Schroteffekt gegeben. Es gelingt, mit zwei solchen Zellen die Empfindlichkeit auf das Zehn- bis Zwanzigfache zu steigern. Der zweite Weg besteht darin, die durch die Belichtung entstehende Aufladung zu steigern. Dies gelingt, indem man das Bild zunächst auf eine halbdurchsichtige Photokathode fallen läßt und die entstehenden Photoelektronen dann durch eine geeignete Elektronenoptik auf das Raster sammelt. Das Raster muß so hergestellt sein, daß es eine starke Emission von Sekundärelektronen besitzt. Jedes Elektron des Elektronenbildes erzeugt dann ein Vielfaches von Sekundärelektronen und daher auch ein Vielfaches der Aufladung. Die Abtastung des Rasters erfolgt auf der Rückseite; die Elemente des Rasters müssen also durch das isolierende Dielektrikum hindurchgreifen. [V. K. Zworykin, G. A. Morton und L. E. Flory, J. Instn. electr. Engrs. 82 (1938) S. 105; 9 S., 10 Abb.] *Br.*

621. 396. 694. 014. 3 Kapazitive Überströme in Senderöhren. — Die verschiedenen Verfahren, welche für die Berechnung einer Senderöhre mit Trioden entwickelt werden, vernachlässigen die kapazitiven Ströme, die bei den höchsten Frequenzen derartige Werte annehmen, daß sie die Wirkströme beherrschen und daher bei der Berechnung der verschiedenen Kreiselemente in Betracht gezogen werden müssen. Auf Grund

der Annahmen, die man gewöhnlich beim Entwurf von Senderöhren anwendet, leitet Mario Mariani einfache Beziehungen ab, die eine Berechnung solcher kapazitiver Ströme ermöglichen. Aus diesen Beziehungen und an Hand der entsprechenden Ersatzbilder werden einige Betrachtungen über den Einfluß der Elektrodenkapazitäten auf die Ein- und Ausgangskreise abgeleitet, und zwar sowohl für den Fall der Phasenumkehr zwischen der Erregerspannung und der Anodenspannung als auch für den Fall, daß die Phasenverschiebung zwischen beiden Spannungen nicht 180° sei. Die Gültigkeit der gewonnenen Formeln wird dann auf die Bewertung der außerhalb der Röhre auftretenden parasitären Kapazitätsströme ausgedehnt und auch auf die der mit der Röhre verbundenen Block- und Ableitungskondensatoren. Die Rechnungsergebnisse sind durch den Versuch überprüft, und der Verfasser gibt Anweisungen dafür, wie die durch Kapazitätsmessungen gefundenen Werte zweckmäßig in die Formeln eingesetzt werden. [M. Mariani, Alta Frequenza 6 (1937) S. 501; 15 S., 8 Abb.] *Rtz.*

621. 395. 34 (41) Wählämter in Landbezirken Großbritannien. — Die Einrichtung von Landämtern in Großbritannien schreitet jetzt nach einem Grundplan weiter fort, der den Ersatz aller handbetätigten Landämter innerhalb der nächsten Jahre vorsieht. Es gibt Landämter drei verschiedener Größen, die den Anschluß von 25 bis zu 800 Teilnehmern zulassen. Nach dem endgültigen Schaltplan ist das Land in 18 Zonen mit 171 Netzgruppen eingeteilt. Innerhalb jeder Netzgruppe werden die kleineren Ämter entweder unmittelbar oder über zweite Ämter an die Netzgruppenzentrale angeschlossen. Verbindungen innerhalb der 8 km-Grenze kosten einfache Gebühr, Verbindungen innerhalb der 24,14 km-Grenze sind zeitlich nicht beschränkt, auch wenn solche Fernverbindungen durch Beamte hergestellt werden.

Die gegenwärtigen Pläne sehen für große Landbezirke die Einführung der Teilnehmerdurchwahl im Inland durch geschlossene Numerierungspläne nicht vor. Als Haupteinwand gegen die Einführung der Inlandsdurchwahl in Großbritannien wird der Umstand angegeben, daß die Teilnehmer 11- bis 12-stellige Rufnummern wählen müßten, es wird aber für möglich gehalten, daß später die Teilnehmer in Chatham, Canterbury, Watford, Maidstone, Brighton usw. unmittelbar Teilnehmer in London anrufen können.

Die neuen genormten Landamteinrichtungen sehen eine Anzahl von Einrichtungen vor, die alle drei Typen gemeinsam haben; nur für die größeren Ämter sind noch einige besondere Einrichtungen vorgesehen. Bei den ersten Ausführungen der Landämter wurde teilweise noch die alte Art des Strowger-Wählers benutzt. Es wird aber erwartet, daß binnen kurzem sämtliche Landämter mit der neuen Art des Strowger-Wählers geliefert werden.

Die kleinste Type der neuen Landämter (UAX Nr. 12) hat im Endausbau die Möglichkeit des Anschlusses von 90 Leitungen. UAX Nr. 12 wird in drei verschiedenen Einheiten gebaut, die kleinste Einheit hat eine Anschlußmöglichkeit von 25 Teilnehmerleitungen, vier Orts-Verbindungs- und vier Amts-Verbindungsleitungen. Bei Bedarf wird zuerst eine 20 Leitungseinheit, dann eine 25 Leitungseinheit und dann schließlich wieder eine 20 Leitungseinheit hinzugefügt. Die Verbindungsleitungen zwischen dem Landamt UAX Nr. 12 und dem Knotenamt werden wechselseitig betrieben. Infolge der dadurch bedingten Verwicklung der Übertragungsschaltungen wurde auf eine automatische Störungssignalisierung über die Verbindungsleitungen verzichtet. Überwacht wird der Zustand der technischen Einrichtungen im Landamt UAX Nr. 12 durch regelmäßigen Anruf einer besonderen Prüfnummer durch das Knotenamtspersonal.

Die nächstgrößere Type der neuen Landämter (UAX Nr. 13) besteht aus Einheiten für 50 Leitungen und hat im Endausbau eine Aufnahmefähigkeit von 200 Leitungen. Die größte Type (UAX Nr. 14) hat eine Aufnahmefähigkeit bis zu 800 Leitungen. Die Typen UAX Nr. 13 und Nr. 14 sind im Gegensatz zur Type UAX Nr. 12, das nur als Endamt verwendet werden kann, auch als Verbundämter geeignet. Die Störungssignalisierung erfolgt bei den beiden größeren Typen selbsttätig über die Verbindungsleitungen zum Knotenamt.

Die Typen UAX Nr. 12 und 13 benötigen im Ortsverkehr die Wahl einer dreistelligen Ziffer, bei der Type Nr. 14 sind im Ortsverkehr vier Ziffern zu wählen. Für die Abwicklung des handbedienten Fernverkehrs wird der Bezirks-Fernsprechbeamte allgemein durch Wahl der Ziffer Null erreicht. Benachbarte Wähler- oder Handämter sind durch Wahl verschiedener Kennziffergruppen ohne Handvermittlung zu erreichen. Für den handbedienten Fernverkehr besteht die Möglichkeit des An-

bietens der Fernverbindung. Eine Trennvorrichtung ist nicht vorhanden und wird auch auf Grund der Erfahrung, daß böswillige Störungen beim Durchbringen von Fernverbindungen nur selten vorkommen, für nicht gerechtfertigt gehalten.

Für die Münzfersprecher sind besondere Einrichtungen vorgesehen, die selbsttätig dafür sorgen, daß durch die Sprechgäste nur die Herstellung von Verbindungen mit einfacher Gebühr möglich ist. Bei Fern- oder Netzgruppengesprächen muß zunächst der Fernsprechbeamte angerufen werden, der die Verbindung und die Vereinnahmung der Gebühren überwacht. [E. P. G. Wright, Elektr. Nachr.-Wes. 16 (1937/38) Nr. 1, S. 13; 8 S., 5 Abb.] *Rst.*

Theoretische Elektrotechnik.

621. 315. 614. 64. 004. 6 Über die Ölersetzung in imprägniertem Papier. — Die Arbeit untersucht den Einfluß von Sauerstoff, Luft und Stickstoff auf die elektrischen Eigenschaften von ölprägniertem Isolierpapier und von Öl allein. Bei den Messungen haben die Verfasser das Bestreben, die Prüfanordnung möglichst kurzzeitig elektrisch zu beanspruchen und die Versuche selbst unter besonderer Überwachung von Temperatur und Druck über eine lange Zeit hin auszudehnen (bis zu 180 h).

Bei einer Prüfung im Vakuum von 1 Torr, entsprechend einem Sauerstoffgehalt von 0,013% des Ölvolumens (der Vorgang der Imprägnierung findet vorher jedesmal unter den gleichen Druckverhältnissen statt, unter welchen später der Versuch durchgeführt wird), zeigt der Verlustfaktor bei Temperaturen bis etwa 40°C keine Veränderung mit ansteigender Prüfspannung (bis 150 kV). Dagegen zeigt sich mit ansteigender

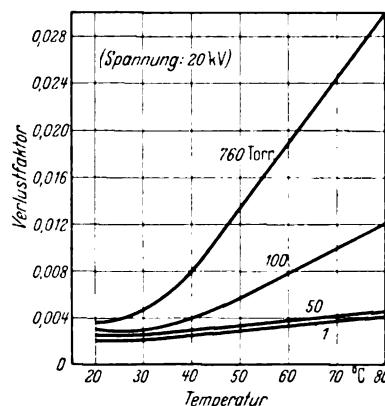


Abb. 5. Verlustfaktor bei verschiedenen Temperaturen und Druckstufen.

Temperatur (bis 80°) eine gewisse Erhöhung des Verlustfaktors bis zu einem Höchstwert. Diese Zunahme wird jedoch nicht auf eine erhöhte Gasionisierung, ausgelöst durch Oxidation, sondern auf eine mit Zunahme der Temperatur erhöhte Beweglichkeit der Flüssigkeitsionen und damit begünstigte Möglichkeit zur Neubildung von Ionen zurückgeführt. Nur unwesentlich höhere Werte für den Verlustfaktor liefert eine Versuchsreihe im Vakuum von 50 Torr, entsprechend einem Sauerstoffgehalt

von 0,7% des Ölvolumens. Aus beiden Versuchsreihen folgt, daß geringe Mengen von Sauerstoff ohne Einfluß auf die Zersetzung in Isolierölen sind.

Bei einem Vakuum von 100 Torr (Sauerstoffgehalt 1,4%) oder gar bei atmosphärischem Druck von 760 Torr (Sauerstoffgehalt 10,4%) zeigt sich in Abhängigkeit von steigender Temperatur eine solch starke Zunahme des Verlustfaktors, daß sie mit irgendeinem Einfluß der Oxidation, bei welcher Wasserstoff frei wird und Wasser und organische Säuren gebildet werden, auf die Vermehrung der freien Ionen erklärt wird (vgl. Abb. 5). Das schnelle Anwachsen des Verlustfaktors, besonders bei höheren Temperaturen (80°), mit der angelegten Spannung bestätigt die obige Annahme eines Zuwachses an freien Ionen, welche entweder durch eine Art sekundäre Ionisation ausgelöst werden oder sich unter Einwirkung der erhöhten Spannung von den Schalen neutraler Moleküle lösen können. In keiner dieser Versuchsreihen konnten beim Ausbau der Anordnung Spuren von Gasbildung gefunden werden. Die Kapazität der Anordnung ändert sich überhaupt nicht.

Entsprechende Versuchsreihen wurden auch in Luft bei 1 Torr ausgeführt. Sie zeigen gewisse Unregelmäßigkeiten der Meßwerte und etwas höhere Werte für den Verlustfaktor und die Kapazität als in Sauerstoff allein. Auch konnten hier beim Ausbau der Anordnung zwischen den Papierlagen Gasblasen entdeckt werden. Daher wird eine Imprägnierung in Sauerstoff mit Rücksicht auf eine Gleichmäßigkeit für besser gehalten als in Luft. Luft zeigt keine stärkeren Anzeichen für Zersetzung als Sauerstoff. Eine Versuchsreihe in Stickstoff, bei 100 Torr ausgeführt, zeigt in verstärktem Maß die bei der Versuchsreihe in Luft beobachteten Eigenarten. Daraus folgt, daß auch dem

Stickstoff ein gewisser aktiver Anteil an den Ergebnissen der Versuchsreihe in Luft bei 1 Torr zukommt.

Im Anschluß an die beschriebenen Versuche wurden noch in dem gleichen von den imprägnierten Papierlagen befreiten Öl dieselben Messungen durchgeführt. Dabei zeigt sich für den Verlustfaktor bei den entsprechenden Druckstufen eine ähnliche steigende Tendenz in Abhängigkeit von Temperatur bzw. Spannung, wie sie bei imprägniertem Papier beobachtet wurde. Um den Einfluß der Oxydation in Öl auf die Ionisation zu zeigen, wird reines entgast Öl untersucht. Dieses Ausgangsöl hat bei 80° einen Verlustfaktor von 0,003 und bei Sättigung mit Sauerstoff nach 65 h einen Verlustfaktor von 0,01 (bei Atmosphärendruck). Während anschließender weiterer Messungen steigt der Verlustfaktor sehr schnell an und erreicht nach rd. 70 h einen Wert von 0,064, der etwa dem Maximum entspricht. Zieht man nun den Sauerstoff und die anderen flüchtigen Bestandteile aus dem ölgefüllten Prüfgefäß ab, so sinkt der Verlustfaktor sofort auf einen konstant bleibenden Wert, der etwa bei 0,047 liegt. Danach beeinflusst die Oxydation im Öl den Verlustfaktor auf zweierlei Art: einmal durch die Ionen der nicht flüchtigen Bestandteile (konstanter Verlustfaktor), das andere Mal durch die bei der Oxydation freiwerdenden Ionen der flüchtigen Bestandteile (stark ansteigender Verlustfaktor).

Schließlich untersuchen die Verfasser noch den katalytischen Einfluß von Metall, und zwar von Messing, auf die Oxydation im Öl. Zu diesem Zwecke wurde in einem ölgefüllten Gefäß mit Messingplatten und in einem zweiten ölgefüllten Gefäß ohne Messingplatten die Sauerstoffaufnahme in cm³ gemessen. Hierbei ergab sich, daß das Öl innerhalb der gleichen Zeitdauer ohne die Gegenwart von Messing einem konstanten Sättigungszustand mit Sauerstoff zustrebt, während es in Anwesenheit von Messing stetig mehr und mehr Sauerstoff aufnimmt, so daß die Oxydation im Öl nicht zur Ruhe kommen kann (Abb. 6). [J. B. Whitehead u. T. B. Jones, Electr. Engng. 56 (1937) S. 1492; 10 S., 32 Abb.] Cdi.

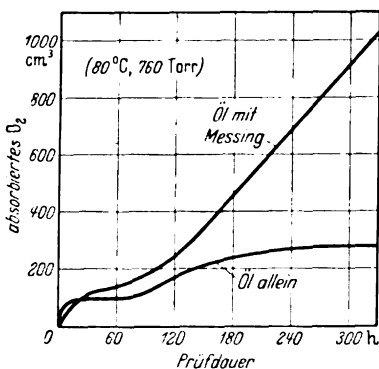


Abb. 6. Einfluß von Metall auf die Sauerstoffaufnahme in Öl.

621. 315. 61. 015. 51 . 018. 3 Der Einfluß der Kurvenform auf die Durchschlagspannung einiger Isolierstoffe. — Die Abhängigkeit der Durchschlagspannung vom Scheitel- bzw. Effektivwert der Durchschlagspannung ist ein Kriterium für die Art des Durchschlagvorganges; die Wärmetheorie fordert eine Abhängigkeit vom Effektivwert, die elektrische Theorie eine solche vom Scheitelwert der angelegten Wechselspannung. Verschiedene Isolierstoffe, wie Hartpapier, Cellon, Kabel- und Kondensatorpapier sowie Transformator- und Paraffinöl werden der Einwirkung von Spannungen verzerrter Kurvenform ausgesetzt, und zwar jeweils einer spitzen Form, die durch eisenarme Drosseln erzielt wird und einer stumpfen Form, die in einer Resonanzschaltung erzeugt wird. Bei gleicher Scheithöhe beider Spannungen sind für die gesamte Verlustwärme nur die aus Oszillogrammen berechneten Scheitelfaktoren (Verhältnis 1:0,61) maßgebend. Die Unterschiede der Durchschlagspannungen sind in den meisten Fällen sehr ausgeprägt (bis zu 18%) und deuten auf einen wärmeelektrischen Zusammenbruch hin, wie er von Rogowski vertreten wird. Nur bei Kabelpapier ergibt sich ein fast rein elektrischer Durchschlag. Als Ergänzung wird mit den verzerrten Spannungen die Zeitabhängigkeit der Kurven untersucht, wobei die erhaltenen Kurven in sehr guter Übereinstimmung mit der ersten Versuchsreihe stehen. [B. Gänger, Arch. Elektrotechn. 32 (1938) H. 6, S. 401; 4 S., 3 Abb.]

621. 314. 622 Über Maßnahmen zur Steigerung der mit dem Ein-Nadel-Gleichrichter erzielbaren Spannungen. Teil I: Die Bemessung des Elektroden-systems des leerlaufenden Gleichrichters. — Die Erhöhung der auf die Nadellänge bezogenen Gleichspannung des leerlaufenden Ein-Nadel-Gleichrichters in der

Einweg-Einfachschaltung durch Verwendung eines Elektroden-systems mit möglichst homogenem Feld wurde zunächst unter Benutzung von Hüllelektroden untersucht. Zuzufolge des eigenartigen Auftretens des, durch die Nadeldrehung in einem großen Winkelbereich unterdrückten Polaritätseffektes beim Durchschlag der unsymmetrischen Elektrodenanordnung Nadelnde gegen feste Elektrode lassen sich die Hüllelektroden nicht voll ausnutzen. Die trotzdem erzielte Erhöhung der Gleichspannung ist allein eine Folge der Vergrößerung der festen Elektroden, die deshalb für Kugeln (ohne Hüllsystem) ausführlicher untersucht wird. In Abhängigkeit vom Kugeldmr. D ergibt sich dabei eine „günstigste“ Nadellänge von etwa 1,8 bis 2,7 D , die eine volle Ausnutzung der Durchschlagspannung des Kugelelektroden-systems zuläßt, und die bei vorgeschriebener Leerlauf-Gleichspannung bei kleinstem D die kürzeste Nadel darstellt. Das entsprechende Entwurfsdiagramm für den kapazitiv abgestimmten Nadelgleichrichter wird angegeben, aus dem für eine Nadellänge von 1 m und stabilen Leerlauf eine Gleichspannung von etwa 415 kV zu entnehmen ist. [W. Rabus, Arch. Elektrotechn. 32 (1938) H. 6, S. 389; 8 S., 11 Abb.]

621. 3. 011. 4 Stromkreise mit zeitlich veränderlicher Kapazität. — Der zeitliche Verlauf des Stromes und der Teilspannungen in einem Stromkreis, bestehend aus der Reihenschaltung einer zeitlich veränderlichen Kapazität mit einem unveränderlichen induktionsfreien ohmschen Widerstand an einer unveränderlichen Gleichspannungsquelle, kann rechnerisch nur für den Fall zeitlich linearer Kapazitätsfunktionen ermittelt werden. Ein zeichnerisches Verfahren für die Lösung des auch rechnerisch behandelbaren Sonderfalles periodisch linearer Zu- und Abnahme der Kapazität (umlaufender Kondensator) wird entwickelt. Durch die Ermittlung geometrischer Örter für die Hilfskurven des zeichnerischen Verfahrens wird dann ein Weg zur allgemeinen zeichnerischen Lösung der Aufgabe auch für zeitlich beliebig periodischen oder nichtperiodischen Verlauf der Kapazität angegeben. — Die Strom- und Spannungskurven für den Sonderfall werden in Abhängigkeit von den einzelnen Einflußgrößen der Schaltung untersucht. Die Schaltung stellt einen Umformer von Gleichspannung auf asymmetrische Wechselspannung dar, wobei die Umformung auf Kosten mechanischer Energiezufuhr an den umlaufenden Kondensator erfolgt. Durch geeignete Bemessung der Schaltgrößen können am Kondensator und am Widerstand Überspannungen erzeugt werden, die ein Vielfaches der angelegten Gleichspannung betragen. Die Schaltung eignet sich im Zusammenwirken mit Röhrenverstärkern und Gleichrichtern als Gleichspannungsmessgerät, insbesondere wegen der elektrisch verlustlosen Umformung für elektrostatische Messungen, z. B. Ermittlung der Spannungsverteilung an der Oberfläche von Isolatoren im elektrischen Gleichfeld. [H. Ziegler, Arch. Elektrotechn. 32 (1938) H. 6, S. 405; 3 1/3 S., 13 Abb.]

AUS LETZTER ZEIT.

Jubiläum der Berliner S-Bahn. — Die Elektrisierung der Berliner S-(Stadt-)Bahn wurde vor 10 Jahren vollendet. Am 11. 6. 1928 nahmen vorerst fünf elektrische Züge neben den noch weiter verkehrenden Dampfszügen den Betrieb auf, und vom 19. 3. 1929 an liefen nur noch Elektrozüge. Über die elektrischen Einrichtungen des S-Bahn-Betriebes hat die ETZ seinerzeit ausführlich berichtet¹⁾. Die Fahrgeschwindigkeit beträgt heute 55 und 65 km/h im Stadtinnern, 75 km/h auf den Vorortstrecken.

Neue schwere Gotthard-Lokomotive der SBB. — Die Schweizer Bundesbahnen werden 1939 auf der Landesausstellung eine neue Ae 8/14-Doppel-Lokomotive zeigen²⁾, mit der es möglich sein wird, Züge von 600 t (Anhängelast) mit 65 km/h über die Gotthardrampen (26‰ Steigung) zu befördern. Die Stundenzugkraft am Radumfang beträgt bei 75 km/h rd. 40 000 kg, die entsprechende Leistung der 8 Motoren rd. 8400 kW. Die Höchstgeschwindigkeit ist mit 110 km/h festgelegt. Die Doppellokomotive ist über Puffer gemessen 34 m lang und hat ein Dienstgewicht von 244 t.

¹⁾ ETZ 49 (1928) S. 887 u. 921.

²⁾ Schweiz. Bauztg. 111 (1938) S. 235; 1/4 S., 1 Abb.

FÜR DEN JUNGINGENIEUR.

Entwicklungsstand in Physik und Technik neuzeitlicher Photozellen.

Von Werner Kluge VDE, Berlin.

621. 383

Übersicht. Die vorliegende Arbeit*) stellt sich die Aufgabe, einen Ausschnitt aus dem Stande der laufenden Versuchs- und Entwicklungsarbeiten an Photozellen und ihrer Anwendungen zu bringen. Es werden dabei die Dinge bevorzugt, die in das Interessengebiet der breiten Elektrotechnik fallen. Anspruch auf Vollständigkeit wird nicht erhoben.

1. Bedeutung der lichtelektrischen Erscheinungen für die Elektrotechnik, Stand der Forschungsarbeiten.

Die Photozelle ist im Begriff, ein geläufiges Schaltungselement der Elektrotechnik zu werden. In einigen Sondergebieten ist sie bereits unentbehrlich geworden, wie im Tonfilm, im Fernsehen und in der technischen Photometrie. Mit dem Aufkommen des Tonfilms drang die Photozelle erst merklich aus ihrem früheren Geltungsbereich, nämlich den wissenschaftlichen Laboratorien, heraus. Sie wurde im Tonfilm erstmalig technischen Arbeitsbedingungen angepaßt. Die Hochvakuumtechnik mußte Fertigungsverfahren für die Serienherstellung von Photozellen entwickeln. Dieser Umstand hat viel dazu beigetragen, die Photozellenanwendung auf anderen Gebieten der Technik zu fördern und die praktische Verwirklichung oftmals schon vorhandener älterer Ideen weiter vorwärts zu treiben.

Das Arbeitsgebiet der Photozellen — oder allgemeiner gesagt der lichtelektrischen Erscheinungen — verbindet wie selten ein anderes Gebiet die reine Physik mit der reinen Technik. Die experimentellen und auch die theoretischen Untersuchungen am lichtelektrischen Elementarprozeß liegen im heutigen Interessenkreis der reinen Physik.

Man unterscheidet den inneren und den äußeren Photoeffekt. Im ersten Fall bleiben die durch die Lichtabsorption freigewordenen Elektronen im bestrahlten Körper, im zweiten Fall verlassen sie ihn. Aus beiden Effekten konnten rein physikalisch wertvolle und bleibende Erkenntnisse gesammelt werden, und an beiden Effekten wird heute in gleicher Tiefe und in gleichem Umfang weiter gearbeitet. Nach den bisherigen Erfahrungen nimmt heute jedoch der äußere Photoeffekt für die allgemeine Elektrotechnik zweifellos eine gewisse Vorrangstellung ein.

Die heutige Photozellentechnik gliedert man am besten in das große Gebiet der Schwachstromtechnik ein. Die Photoströme, mit denen zur Zeit in technischen Geräten gearbeitet werden kann, sind jedoch im Mittel, zum Leidwesen mancher Praktiker, wesentlich kleiner als in der üblichen Schwachstromtechnik. Bei praktisch vorkommenden Belichtungen mit Glühlampen können z. B. an Vakuumphotozellen Elektronenströme von nur etwa 10^{-6} bis 10^{-8} A hervorgerufen werden. Diese Gegebenheit liegt nicht an dem mangelnden menschlichen Können, sondern an den physikalischen Gesetzen des äußeren Photoeffektes. Wir wissen heute, daß der Wirkungsgrad des lichtelektrischen Elementarprozesses beim äußeren Photoeffekt im besten Fall nur etwa 1 % beträgt, d. h. von der Elektrizitätsmenge, die eine vorgegebene Lichtmenge in der

Oberflächenschicht freimacht, kann nur etwa der hundertste Teil die Oberfläche verlassen und im äußeren Stromkreis nutzbar gemacht werden. Es besteht wenig Aussicht, an dieser Tatsache etwas zu ändern. Die Lichtquantenphysik sowie die Gesetze der Lichtabsorption, Lichteindringtiefe und der Elektronenbewegung in Metallen lassen einen höheren Wirkungsgrad nicht zu. Die Tatsache, daß diese primären Photoströme in den Augen des Elektrotechnikers, d. h. für die weitaus meisten praktischen Zwecke, so sehr klein sind, hat daher auch Ideen und Verfahren entstehen lassen, welche auf eine Verstärkung des primären Photoeffektes in der Zelle selbst hinzielen. Es sind das die sog. inneren Verstärkungsverfahren des Photostromes, die von der äußeren Verstärkung mittels Glühkathoden-Röhrenverstärkern wohl unterschieden werden müssen.

2. Widerstandsphotozellen.

Wir kommen nun zu einer kritischen Betrachtung der technischen Photozellen, über die wir heute verfügen. Elektrolyt- und sog. Kristallphotozellen werden im Rahmen dieser Betrachtung weggelassen.

Wir beginnen mit den Photozellen, die auf dem inneren Photoeffekt beruhen. Dabei gehen wir — historisch gesehen — folgerichtig vor. Es handelt sich bei Widerstandsphotozellen in allen Fällen um reine Photowiderstände, die Selen-, Selen-Tellur- oder Thallium-Verbindungen anwenden. Diese Widerstände sind ausgesprochene Halbleiter. Sie werden bei neuzeitlichen Zellen im Vakuum angeordnet, wie aus Abb. 1 hervorgeht.

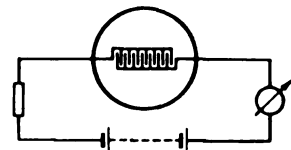


Abb. 1. Neuzeitlicher Photowiderstand (Thallosidzelle) mit Grundschaltung. (Nur für Rot- und Ultrarotbelichtung!)

Die durch das eingestrahlte Licht im Photowiderstand erregten primären Elektronenströme entsprechen der Zahl der absorbierten Lichtquanten und sind dementsprechend sehr klein. Diese Primärströme lösen jedoch in zeitlich unmittelbarer Folge Sekundärströme im Halbleiter aus, die je nach angelegter Spannung den Primärstrom um mehrere Größenordnungen übertreffen. Die Ausbildung dieses Sekundärstromes ist mit einer starken Trägheit behaftet. Das bedingt einen ungünstigen Frequenzgang. Außerdem besteht infolge dieses Sekundärstromes keine Proportionalität zwischen Photostrom und eingestrahelter Lichtintensität. Die Technik macht sich diese starken Sekundärströme zunutze. Tatsächlich weisen die Photowiderstände die größte Stromempfindlichkeit aller Photozellenarten auf. Die Widerstandswerte der Zellen sind

*) Nach einem Vortrag, gehalten auf der Jahreshauptversammlung des VDE-Bezirk Berlin-Brandenburg am 25. 1. 1938. Der gebrauchte Stoff ist vorzugsweise dem lichtelektrischen Laboratorium der AEG-Röhrenfabrik entnommen. Meinen Mitarbeitern habe ich für die geleisteten Versuchs- und Entwicklungsarbeiten auch an dieser Stelle meinen Dank auszusprechen.

jedoch nicht ausreichend stabil und reproduzierbar. Sie sind immer mehr oder weniger von der jeweiligen Vorbeanspruchung abhängig. Dieser Mangel führt, verglichen mit anderen Photozellenarten, zu einer relativ geringen Verbreitung dieser Widerstandszellen in der Technik. In Hell-Dunkel-Schaltungen sowie in Wechsellichtgeräten kann man diese Mängel noch in Kauf nehmen. Als strenge Photometer scheiden die Widerstandszellen in jedem Falle aus. Die gute Ultrarotempfindlichkeit an Sonderausführungen dieser Zellenart ist nach wie vor bemerkenswert. Es bleibt abzuwarten, ob dieser Umstand noch einmal eine bessere Gesamtbewertung der Zelle zuläßt.

3. Photoelemente.

Unter dem Photoelement verstehen wir eine Photozelle, die für technische Zwecke, im Gegensatz zu den anderen Photozellenarten, ohne eine äußere Hilfsspannung arbeiten kann. Sie wird im Sprachgebrauch auch Sperrschicht-Photozelle genannt. Dieses Photoelement hat seit seiner Wiederentdeckung im Jahre 1930/31 eine kaum vorherzusehende Verbreitung gefunden, nämlich in der Beleuchtungstechnik als auch in den verschiedenartigsten photometrischen Apparaten. Die Wirkungsweise geht aus Abb. 2 hervor.

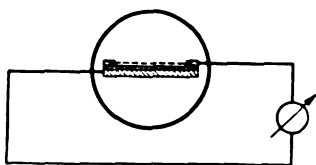
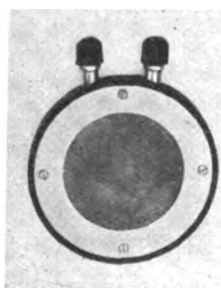


Abb. 2. Neuzeitliches Photoelement (Sperrschichtphotozelle) mit Grundschaltung. (Stromempfindlichkeit: 300 bis 500 $\mu\text{A}/\text{lm}$ im Glühlampenlicht bei einer Wendeltemperatur von 2360° K (Farbtemperatur).

Es liegt bei dieser Zelle im wesentlichen folgendes Schichtensystem vor: Grundmetall (Eisen) — Halbleiterschicht (Selen) — dünne metallische Deckschicht (Platin). Zwischen Halbleiterschicht und Deckschicht — auch Vorderwandelektrode genannt — befindet sich die sog. Grenzschiicht. Sie wird auch Isolier- oder Sperrschicht genannt. Über ihre Struktur und geometrische Dimension wissen wir nichts Genaues. Es ist jedenfalls dieselbe Schicht, welche beim Trockengleichrichter die gleichrichtende Wirkung bewerkstelligt. Die Wirkungsweise dieser Zellen beschreibt die Sperrschichttheorie von Schottky¹⁾ sowie später die Elektronendiffusionstheorie, wie sie Lange²⁾ zusammenfassend dargestellt hat. Die Sperrschichttheorie bringt den Photostrom in einen ursächlichen Zusammenhang mit der Gleichrichtwirkung des Schichtensystems. Die Elektronendiffusionstheorie tut das nicht. Sie führt den Photostrom darauf zurück, daß bei Belichtung der Zelle im Halbleiter mehr Elektronen frei werden als in der Grenzschiicht. Es entsteht dadurch ein Konzentrationsunterschied an Elektronen in der Halbleiterschicht gegenüber der Grenzschiicht. Dieser Elektronenkonzentrationsunterschied wirkt sich nach außen hin in eine elektromotorische Kraft aus. Ohne hier auf die theoretischen Vorstellungen näher einzugehen, sagt uns das Experiment, daß bei Belichtung des Photoelementes (in der Ausführung als Vorderwandzelle) die Photoelektronen von der Halbleiterschicht zur Vorderwandelektrode gelangen und dann über den äußeren Stromkreis wieder zu ihrem Ursprungsort zurückkehren.

Diesem Photoelement sind nun trotz seines einfachen und technischen Gepräges in der praktischen Anwendung und allgemeinen Verbreitung Grenzen gesetzt. Das Photo-

element besitzt nämlich keine ausreichende Spannungsempfindlichkeit. Auch ist die erzeugte Photospannung der eingestrahlten Lichtintensität nicht proportional. Dieser Umstand macht die Verstärkung des Photostromes in den allermeisten Fällen unmöglich oder sinnlos. Die Lichteinstrahlungen, die gewöhnlich zur Verfügung stehen, vermögen nur Spannungen von rd. $\frac{1}{10}$ V hervorzurufen. Damit kann keine Verstärkerröhre angesteuert werden. Die durchaus gute und in weiten Lichtbereichen konstante Stromempfindlichkeit vermag diesen Nachteil nicht aufzuwiegen. Das Photoelement arbeitet daher überall dort gut und befriedigend, wo es unmittelbar in Reihe mit niederohmigen Stromanzeigern geschaltet werden kann. Das geschieht in den technischen Beleuchtungsmessern. In der breiteren Elektrotechnik, d. h. in Steuer- und Regelgeräten, finden wir das Photoelement selten. Es arbeitet in diesen Fällen auf Galvanometerrelais.

Die Hoffnung, die Leistung des Photoelementes zu steigern, muß als gering bezeichnet werden, denn der lichtelektrische Wirkungsgrad beträgt bereits rd. 30 %. Im spektralen Empfindlichkeitsmaximum wird also von beinahe jedem dritten einfallenden Lichtquant ein Photoelektron meßbar. Die Photoelemente zeigen Ermüdungserscheinungen, welche von der eingestrahlten Lichtintensität und der Farbe abhängen. Es wird eine bleibende und eine reversible Ermüdung unterschieden. Dieser Umstand kann Fehler beim Messen bringen. Er kann um so größer werden, je stärker die zu messenden Helligkeiten sind. Ermüdungserscheinungen zeigen je nach den Betriebsbedingungen mehr oder weniger alle Photozellenarten, wie aus dem Folgenden noch hervorgehen wird. Sie sind jedoch in vielen Fällen praktisch ohne Belang. Die spektrale Empfindlichkeit des Photoelementes liegt der des menschlichen Auges sehr nahe. Diese Eigenschaft ermöglicht eine weitgehende Übereinstimmung objektiver photoelektrischer Messungen mit subjektiven visuellen Messungen.

4. Alkaliphotozellen.

Wir kommen nun zur dritten Photozellenart, nämlich der Alkaliphotozelle (Abb. 3) nach Elster und Geitel. Sie nimmt in der Elektrotechnik zweifellos eine Vorrang-

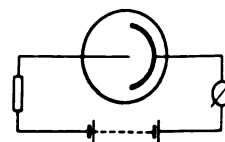
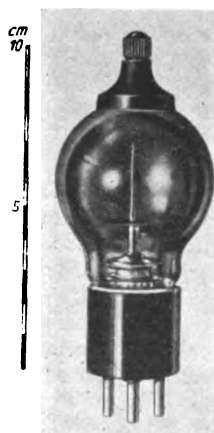


Abb. 3. Neuzeitliche technische Alkaliphotozelle („zusammengesetzte“ Cäsiumphotokathode mit Oxydzwischenschicht) und Grundschaltung. (Stromempfindlichkeit: 20 bis 50 $\mu\text{A}/\text{lm}$ im Glühlampenlicht bei einer Wendeltemperatur von 2360° K (Farbtemperatur).

stellung ein und hat unbestritten die weitaus größte Verbreitung gefunden, weil sie in der Lage ist, vielseitige physikalische und technische Anforderungen gleichzeitig zu erfüllen. Das sind in erster Linie die Proportionalität zwischen Strom und Belichtung, die hohe Spannungsempfindlichkeit und das streng trägheitsfreie Arbeiten dieser Zelle. Die oben besprochenen anderen Zellenarten weisen die genannten günstigen Eigenschaften gleichzeitig nicht auf. Die Bauarten neuzeitlicher Alkaliphotozellen können auch in Form und Größe vielseitigen Ansprüchen gerecht werden. Man kann heute z. B. die Cäsiumzellen mit einem Lichteintrittsfenster aus

¹⁾ W. Schottky, Z. techn. Phys. 11 (1930) S. 458.

²⁾ B. Lange, Die Photoelemente, Leipzig, Joh. A. Barth, 1936.

Quarz versehen und erreicht damit, daß eine solche Zelle gleichzeitig als Empfänger für ultraviolettes, sichtbares und ultrarotes Licht verwendet werden kann³⁾. Mit der Einführung der sog. „zusammengesetzten“ Photokathoden mit Oxydzwischen-schicht nach Bainbridge⁴⁾ und Suhrmann⁵⁾ ist es endlich gelungen, die spektrale Empfindlichkeit bis ins Ultrarote hin auszudehnen. Dieser Umstand führt zu einer hohen Stromempfindlichkeit der Zellen, wenn mit Glühlampenlicht gearbeitet wird; denn Glühlampen besitzen ihr Energiestrahlungsmaximum im Ultraroten. Dieser Umstand kommt uns in den technischen Photozellengeräten sehr zunutze, denn dort wird fast ausschließlich mit der Glühlampe als Lichtquelle gearbeitet. Das physikalische Studium neuzeitlicher Photokathoden scheint interessante Brücken zum inneren Photoeffekt zu schlagen. Die Struktur einer technischen „zusammengesetzten“ Photokathode geht aus Abb. 4 hervor.

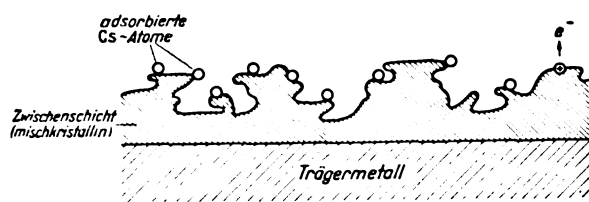


Abb. 4. Strukturschema einer Cäsiumphotokathode mit Oxydzwischen-schicht.

Wesentlich ist, daß das adsorbierte Alkaliatom als das vorherrschende lichtelektrische Emissionszentrum angesprochen werden muß. Hier wird das Lichtquant absorbiert und das Photoelektron freigemacht. Das Atom bleibt hierauf als positiv geladenes Ion zurück. Es erhält früher oder später ein Ersatzelektron vom Trägermetall her, so daß das positive Ion wieder in ein neutrales Atom übergeht. Der Vorgang wiederholt sich bei Absorption eines weiteren Lichtquanten von neuem. Die Kathode ist während des Emissionsvorganges mehr oder weniger „erregt“, d. h. die Austrittsarbeit ist in diesem Zustand größer, weil die positiven Ladungen, die an der Oberfläche der Kathodenschicht im zeitlichen Mittel zurückbleiben, die entweichenden Photoelektronen zurückhalten. Auch kann ein Teil der positiven Oberflächenionen um eine kleine Wegstrecke in die Oberflächenschicht hineinwandern. Diese Vorgänge an der Oberfläche wirken sich nun dahingehend aus, daß der Photosättigungsstrom nach dem Einschalten im Verlaufe einiger Minuten etwas absinkt, einfach als Folge einer Verarmung der Oberfläche an lichtelektrisch wirksamen Zentren. Bei konstanter Lichteinstrahlung und konstanter Spannung bildet sich ein Gleichgewichtszustand aus, der bei kleinen Belichtungen früher, bei größeren Belichtungen später erfolgt. Der Vorgang geht aus Abb. 5 deutlich hervor.

Die gesamte Erscheinung hat man als eine reversible Ermüdung zu bezeichnen, denn die ursprüngliche Empfindlichkeit der Kathode läßt sich in der Regel wieder herbeiführen, und zwar auf dreierlei Arten: 1. durch Einstrahlung von Ultrarot, 2. durch kurze Erwärmung, 3. durch längeres Warten oder Liegenlassen. Die emissionsfähigen Zentren nehmen infolge dieser Behandlung wieder ihre ursprüngliche Lage als adsorbierte neutrale Atome ein. Eine rein metallische Kathode würde die oben geschilderte Ermüdungserscheinung unter keinen Umständen zeigen, denn die Nachlieferung der emittierten Elektronen erfolgt hier in unendlich kurzer Zeit. Reine massive Metalle nützen uns jedoch in der Technik nichts. Selbst die elektropositiven Alkalimetalle sind in dieser Form im günstigsten Fall gerade nur blau- und grünempfindlich. Abgesehen davon sind die Dampfdrucke der reinen

schweren massiven Alkalimetalle viel zu hoch. Wir sind in der Technik auf jeden Fall auf Photokathodenschichten von verwickelterer Bauart angewiesen, wovon die oben geschilderte zusammengesetzte Photokathode mit Oxydzwischen-schicht eine typische Vertreterin ist. Überall da, wo mit stärkeren Lichtintensitäten gearbeitet wird, ist bei solchen zusammengesetzten Cäsiumkathoden mit einer gewissen Ermüdungserscheinung zu rechnen. Bei schwachen und mittleren Belichtungen ist sie in der Regel zu vernachlässigen. Sie spielt ferner praktisch keine Rolle, wenn die Cäsiumzelle in einer Hell-Dunkel-Schaltung sowie in Im-

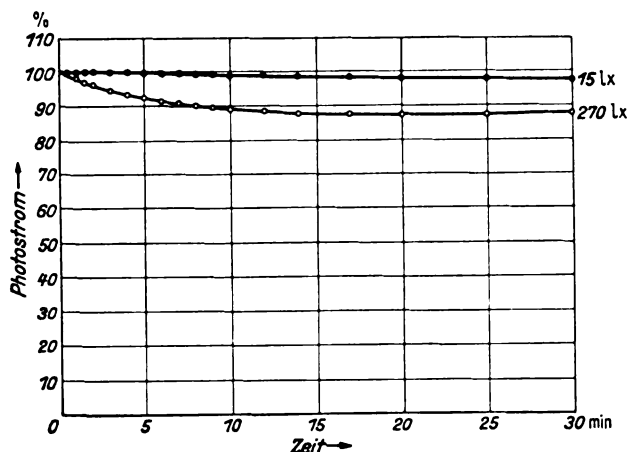


Abb. 5. Beispiele für den Verlauf von reversiblen Ermüdungserscheinungen an Cäsiumphotokathoden mit Oxydzwischen-schicht.

puls- oder Wechsellichtgeräten verwendet wird. Es gibt aber Bedarfsfälle in der Elektrotechnik, wo selbst eine geringe Ermüdungserscheinung unerwünscht ist, z. B. in rein meßtechnischen Geräten.

Für diese Fälle konnte eine Kathode entwickelt werden, die eine Ermüdungserscheinung auch bei starken Belichtungen tatsächlich nur noch in verschwindend geringem Maße zeigt. Es handelt sich dabei um eine Kaliumkathode mit Oxydzwischen-schicht. Sie besitzt zwar kein selektives Empfindlichkeitsmaximum im Ultraroten. Trotzdem ist im Glühlampenlicht der Sättigungsstrom nur etwa halb so groß wie der der entsprechenden Cäsiumzelle. Im Tageslicht sind die Sättigungsströme der Cäsium- und Kaliumphotozelle ungefähr gleich groß.

Die praktische Elektrotechnik wird von diesem Entwicklungserfolg unmittelbar berührt, wenn es sich darum handelt, sehr hohe Lichtintensitäten zu messen bzw. laufend aufzuzeichnen. Für Kraftwerke z. B., die Lichtnetze zu speisen haben, kann es wichtig sein, den zeitlichen Verlauf des natürlichen Tageslichtes in den einzelnen Abnahmegebieten laufend zu verfolgen und in Beziehung zu bringen mit der Stromabgabe in diese Gebiete. Lichtmeßgeräte dieser Art können nur mit Photozellen ausgerüstet werden, die in der Lage sind, ihre Stromempfindlichkeit auch bei Einstrahlung von direktem Sonnenlicht beizubehalten. Das vermag diese neue Kaliumphotozelle zu leisten, wie Dauerbelastungsversuche gezeigt haben (Abb. 6). Die Zelle verändert ihre Kathodeneigenschaften auch bei starker Ultraviolett- und Wärmeeinstrahlung nicht.

Die Photoelektronenströme, die durch die uns zur Verfügung stehenden Lichtquellen erregt werden können, sind, wie wir gesehen haben, sehr schwach. Wenn die Zellen in technischen Geräten verwendet werden, ist daher eine Verstärkung des Stromes unumgänglich.

Bekanntlich kann man den Photoelektronenstrom nun schon im Innern der Zelle verstärken durch Verwendung eines ionisierbaren Füllgases. Diese „innere Verstärkung“ ist jedoch begrenzt durch die selbständige Glimmentladung, die schließlich einmal bei wachsender Spannung einsetzt.

³⁾ W. Kluge, Z. techn. Phys. 16 (1935) S. 184.

⁴⁾ Bainbridge, Ergebn. exakt. Naturw. 13 (1934) S. 153.

⁵⁾ B. Suhrmann, Ergebn. exakt. Naturw. 13 (1934) S. 153.

Lediglich bei kleinen Helligkeiten und damit kleinen Stromdichten in der Zelle sind Stromverstärkungen um den Faktor 10 bis 100 möglich. Dabei muß eine Zunahme des Störpegels in Kauf genommen werden.

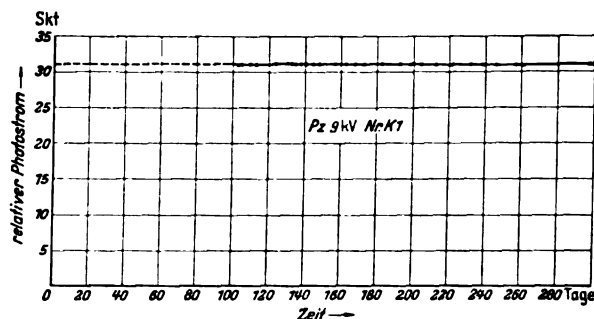


Abb. 6. Beispiel für die Konstanz der Stromempfindlichkeit einer Kallumphotocelle mit „zusammengesetzter“ Photokathode. (Serienwiderstand $10^8 \Omega$).

5. Photoelektronen-Vervielfacher.

Zur Erzielung höherer Verstärkungen innerhalb der Zelle ist man in den letzten Jahren noch einen anderen Weg gegangen, und zwar unter Anwendung der Sekundärelektronenemission⁶⁾. Wenn nämlich ein Elektron auf einen festen Körper auftrifft, so treten von der getroffenen Stelle selbst wieder Elektronen in die Umgebung aus. Ein 500 V-Elektron kann max. etwa 8 bis 10 Sekundärelektronen zur Emission bringen. Diese Vervielfachung erreicht man aber nur, wenn die getroffene Stelle eine kleine Austrittsarbeit für Elektronen aufweist. Als brauchbar haben sich daher Sekundärelektroden erwiesen, die mit einer Cäsiumschicht versehen sind, nach Art der oben besprochenen zusammengesetzten Photokathoden. Der Vervielfachungsprozeß läßt sich mehrmals hintereinander wiederholen. Man kann ihn zeichnerisch durch ein Schema beschreiben.

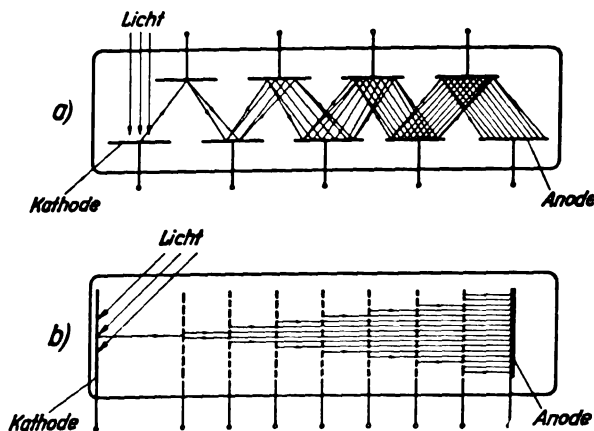


Abb. 7. Photoelektronen-Vervielfacher mit massiven (a) und mit netzförmigen (b) Prallelektroden.

Die Führung der Elektronen von Elektrode zu Elektrode wird durch elektronenoptische Hilfsmittel bewerkstelligt. Man kennt heute zwei Ausführungsformen, welche für die Elektrotechnik interessant zu werden versprechen: den Vervielfacher mit massiven Prallelektroden und den Vervielfacher mit Prallgittern (s. Abb. 7). Die erste Ausführungsform wurde in Amerika von Zworykin⁷⁾ entwickelt. In Deutschland hat die Reichspost⁸⁾ in Zusammen-

arbeit mit der AEG⁹⁾ in kurzer Zeit eine Bauart entwickelt, die ebenfalls aus Abb. 7 hervorgeht. Die von der Kathode durch Licht freigemachten Elektronen prallen auf das erste Gitter auf und lösen dort Sekundärelektronen aus, so daß ein verstärkter Elektronenstrom zum zweiten Gitter fließt. Dort wiederholt sich der Vorgang, ebenso an jedem folgenden Gitter. Der Endstrom wird von der Anode aufgenommen und durchfließt schließlich einen Arbeitswiderstand. Für den Vervielfacher gilt die Beziehung:

$$I_0 = I_p \cdot v^n.$$

I_0 ist der Gesamtstrom, I_p der primäre Photostrom, v der mittlere Vervielfachungsfaktor je Gitter und n die Stufenzahl. v ist von der physikalisch-chemischen Struktur der Oberfläche und von der Spannung je Stufe abhängig.

Im folgenden (Abb. 8) wird eine Bauart gezeigt, die am Prallgittervervielfacher die Verwendung einer besonderen Elektronenoptik überflüssig macht. Man kommt so zu einer verhältnismäßig einfachen Bauweise. Die Gitter sind hier durch Distanzringe aus Glas voneinander getrennt. Auf der Innenfläche der Distanzringe bildet sich eine Wandladung aus, die den Elektronenstrom bündelt und damit die erforderliche Bewegung der Elektronen von Gitter zu Gitter gewährleistet. Die Wirkungsweise eines derartigen Vervielfachers läßt sich an Hand eines Versuches zeigen. An jedem Gitter liegen dabei etwa 100 V Spannung gegenüber dem vorhergehenden. Im Anodenkreis ist ein Lautsprecher angeordnet, der auf den inneren Widerstand des Vervielfachers abgestimmt ist. Die Kathode wird nun mit Wechsellicht von rd. $1/100$ lm bestrahlt, dessen Frequenz im Lautsprecher hörbar wird. Steigert man nun die Gesamtspannung am Vervielfacher, so wird die dadurch vermehrte Bildung von Sekundärelektronen in einem Anwachsen der Lautstärke bemerkbar. Der Vervielfacher kann unmittelbar als Empfänger für Lichttelefonie dienen. Der Frequenzgang ist günstig, denn die Befreiung der Sekundärelektronen geschieht in Zeitspannen, die kleiner als 10^{-9} s sind.



Abb. 8. Technische Ausführungsform eines Prallgitter-Vervielfachers mit elektrostatischer Fokussierung.

Die Fortschritte bzw. Vorteile, die der Vervielfacher aufzuweisen hat, sind im wesentlichen zwei. Einmal wird gegenüber dem Röhrenverstärker an Raum gespart, und zum zweiten liegt der Störpegel etwa 100- bis 200mal tiefer als bei der üblichen Photocelle in Verbindung mit einem Glühkathodenröhrenverstärker. Der Frequenzgang ist ebenso gut wie bei den normalen Vakuumphotocellen. Ein höherer Gesamtspannungsaufwand ist allerdings unvermeidbar.

6. Lichtzähler.

Zur Verstärkung äußerst schwacher Photostrome — etwa einzelner Photoelektronen — innerhalb der Zelle steht noch ein anderer Weg offen. Es wird hier an das angeknüpft, was oben von der gasgefüllten Zelle gesagt wurde. Man kann die Verstärkung des Photoelektronenstromes in der üblichen gasgefüllten Zelle bekanntlich durch Steigerung der angelegten Spannung so weit treiben, bis eine selbständige Entladungsform einsetzt. Diese läßt sich durch Licht nicht mehr steuern. Beim Lichtzähler geht

⁶⁾ Siehe zusammenfassenden Bericht: R. Kollath, Phys. Z. 38 (1937) S. 202.

⁷⁾ V. A. Zworykin, Proc. Inst. Radio Engrs., N. Y. 24 (1936) S. 531. Bericht: ETZ 57 (1936) S. 656.

⁸⁾ G. Weiß, Fernsehen (1936) H. 6, S. 41 bis 44.

⁹⁾ W. Kluge, O. Beyer, H. Steyskal, Z. techn. Phys. 18 (1937) S. 219.

man an die Grenze dieser selbständigen Entladung heran und nutzt sie aus. — Der Lichtzähler ist seiner Entstehungsgeschichte und seinem Wesen nach aus dem Geigerschen Spitzenzähler¹⁰⁾ hervorgegangen. Dieser spielt in der neuzeitlichen Atomphysik eine große Rolle als Nachweisinstrument für radioaktive Strahlung. Er zählt dort Korpuskeln von hoher Energie sowie sehr kurzwellige elektromagnetische Strahlungsquanten. Der Lichtzähler oder besser — Lichtquantenzähler — hat nun die entsprechend erweiterte Aufgabe, kleine und kleinste Intensitäten des ultravioletten und sichtbaren Lichtes nachzuweisen, solche, die mit der üblichen Photozelle nicht mehr gemessen werden können, weil sie in deren Störspiegel untergehen. Der Lichtzähler heißt deshalb so, weil man jeden Entladungsstoß, den er ausführt, auf eine bestimmte Anzahl von auffallenden Lichtquanten zurückführen kann. Lichtzähler mit Natriumkathoden wurden bereits von Rajewski¹¹⁾ angegeben.

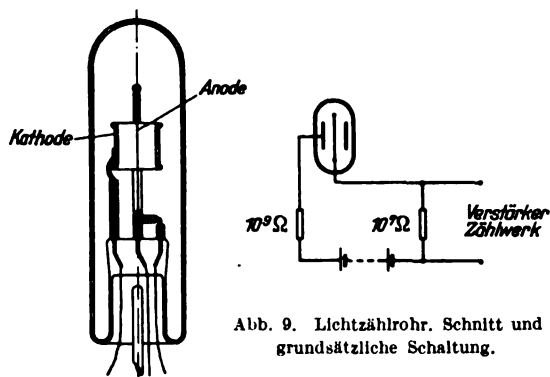


Abb. 9. Lichtzählrohr. Schnitt und grundsätzliche Schaltung.

An Hand der Abb. 9 geht die Wirkungsweise des Lichtzählers einer neueren Bauart¹²⁾ hervor, die einmal für technische Zwecke geeignet sein dürfte.

Es handelt sich hier um einen Zähler, der auf langwelliges Ultraviolett anspricht. Er besteht aus einem Glasgefäß mit einer zentral angeordneten zylindrischen Kathode aus Aluminium. In der Achse des Zylinders befindet sich ein 0,1 mm starker Wolframdraht. Das Gefäß ist mit Wasserstoff von 15 bis 50 mm gefüllt. Wenn ein Photoelektron an der Kathode frei wird, wandert dieses zur Anode und erzeugt dabei, bedingt durch die gegebene Feldstärke und den hohen Gasdruck, eine starke Ladungsträgerlawine. Diese Entladung reißt jedoch wieder ab, obwohl die Bedingungen für den Durchschlag erfüllt waren. Das Abreißen der Entladung und damit das eigentliche Zählen wird im Zusammenwirken mit dem äußeren Hochohmwiderstand veranlaßt. Ein dunkeladaptiertes Auge kann während des Entladungsstoßes eine Leuchterscheinung um den Anodendraht herum wahrnehmen. Da beim Lichtzähler die einfallende Lichtintensität sehr schwach sein soll und auf etwa 10^4 einfallende Lichtquanten im Mittel nur ein Photoelektron die Oberfläche wirklich verläßt — die anderen bleiben im Metall stecken —, kann eine endliche Zeitspanne vergehen, bis ein neuer Entladungsstoß einsetzt. Das Licht — besser: die Lichtquanten — werden auf diese Weise „zählbar“. Die Stöße folgen aufeinander in einer zeitlich statistischen Verteilung.

Die Wirkungsweise wird weiterhin aus einem Versuch klar. Ein Aluminiumlichtzähler kann das ultraviolette und blauviolette Licht einer Quecksilberlampe noch aus sehr großer Entfernung nachweisen. Es genügt etwa ein 5 mm² großer Ausschnitt des Hg-Bogenplasmas einer 100 W-

Lampe, um den Lichtzähler in einer Entfernung von etwa 100 m zählen zu lassen. Dabei befindet sich zwischen Lampe und Zähler keine Optik. Das sichtbare Nebenlicht hat wenig Einfluß auf den Zähler, da die rote Grenze von Aluminium bei rd. 400 mμ liegt. Wenn die Lichtquelle abgeblendet wird, erhält man noch einen Dunkelzähleffekt, hervorgerufen durch Höhenstrahlung. Dieser Dunkel-

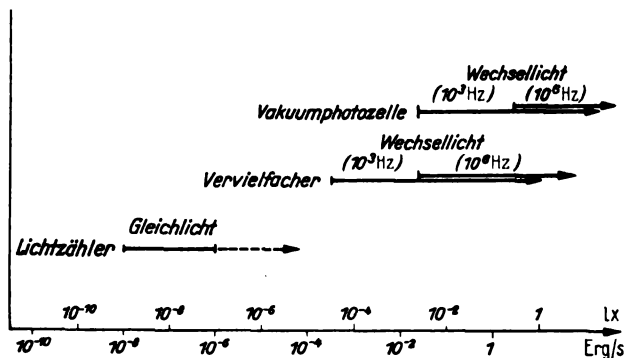


Abb. 10. Vergleichende Gegenüberstellung der Lichtempfangsbereiche bzw. Störspiegel von Vakuumphotozelle, Vervielfacher und Lichtzähler bei einer Kathode von 1 cm² Fläche.

zähleffekt ist der Störspiegel des Lichtzählers. Er ist also von ganz anderer Natur als der einer gewöhnlichen Photozelle, wo er durch den Schroteffekt der Photokathode, ihre thermische Emission sowie durch den Kriechstrom längs der Glaswand gegeben ist. Wir können also feststellen, daß der Lichtzähler das empfindlichste Meß- und Empfangsorgan für Licht ist, wenn vorläufig auch nur für das violette und blaue Spektralgebiet. Er ist als Lichtempfangsorgan für Violett an Empfindlichkeit dem menschlichen Auge und, wenn gleiche und kleine Meßzeiten zur Verfügung stehen, auch der photographischen Platte überlegen. In Abb. 10 ist dargestellt, in welchem Maße die Empfangsbereiche und die technischen Störspiegel der drei Lichtempfänger, die auf dem äußeren Photoeffekt beruhen, auseinanderliegen.

Man erkennt deutlich die außerordentliche Überlegenheit des Lichtzählers. Welche praktische Bedeutung dem Lichtzähler für die Elektrotechnik einmal zukommen wird, bleibt abzuwarten.

Die Photozelle hat sich in der praktischen Elektrotechnik schnell verbreitet und gut bewährt. Wir finden heute die Photozelle in den verschiedensten Gebieten der Elektrotechnik vor, sowohl in der Meß- als auch in der Steuer- und Regeltechnik. Die Fülle der Anwendungsmöglichkeiten ist in einer Reihe von Originalveröffentlichungen¹³⁾ bekanntgeworden.

Zusammenfassung.

Die drei wichtigsten Photozellenarten (Widerstandszelle, Photoelement, Alkalizelle) werden einer kritischen Betrachtung unterzogen. Es werden vorzugsweise die Eigenschaften diskutiert, die für den Elektrotechniker bei praktischen Anwendungen wissenswert sind. Hierzu werden u. a. neuere Messungen über die Ermüdungserscheinungen gebracht. Als Abart der Alkaliphotozelle wird der Prallgitter-Vervielfacher behandelt, dessen Eigenschaften nach dem heutigen Entwicklungsstande zusammengefaßt werden. Schließlich wird gezeigt, in welchem Maße das Lichtzählrohr in eine technische Ausführungsform überführt werden konnte. Für diejenigen Lichtempfänger, die auf dem äußeren Photoeffekt beruhen, werden die Störspiegel bzw. Lichtempfangsbereiche zusammengestellt.

¹⁰⁾ H. Geiger, Phys. Z. 49 (1928) S. 753 u. Naturwiss. 16 (1928) S. 617.

¹¹⁾ Rajewski, Phys. Z. 32 (1931) S. 121.

¹²⁾ Nach gemeinsamen Entwicklungsarbeiten mit K. O. Klepeneuer, Universitätssternwarte Göttingen.

¹³⁾ W. Kluge u. H. Briebracher, ETZ 56 (1935) S. 731. H. Briebracher, Z. techn. Phys. 11 (1937) S. 431. H. Briebracher, ETZ 58 (1937) S. 1351.

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernsprecher: 30 06 31. — Postscheckkonto: Berlin 213 12.
Postscheckkonto für Mitgliedsbeiträge: Berlin 1810 00.

Geltungsbeginn von VDE-Vorschriften.

Am bevorstehenden 1. Juli treten die neuen VDE-Vorschriften

VDE 0751/II.38 „Vorschriften für elektromedizinische Hochfrequenzgeräte zur Diathermie, Hochfrequenzchirurgie und Kurzwellentherapie“

in Kraft. — Sonderdrucke dieser Arbeit sind zum Preise von RM 0,30 zuzüglich Porto bereits bei der ETZ-Verlag G.m.b.H., Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, erhältlich.

Verband Deutscher Elektrotechniker

Der Geschäftsführer:

Blendermann

Deutscher Ausschuß der Internationalen
Hochspannungskonferenz (DA der CIGRE).

10. Tagung der

Internationalen Hochspannungskonferenz 1939 in Paris.

Im Sommer 1939 findet die 10. Tagung der Internationalen Hochspannungskonferenz (CIGRE) in Paris statt. Die CIGRE behandelt bekanntlich bei ihren alle zwei Jahre in Paris stattfindenden Tagungen Fragen, die sich auf folgende Gebiete beziehen:

1. Erzeugung und Umformung der Energie, Bau und Betrieb von Kraft- und Umspannwerken.
2. Bau, Isolierung und Wartung von Hochspannungsleitungen.
3. Betrieb, Schutz und Zusammenschluß von Netzen.

Nähere Einzelheiten über die bei der CIGRE behandelten Fachgebiete können dem Bericht über die 9. Tagung der CIGRE in Paris 1937 (ETZ 59 (1938) Heft 11, S. 289 ff.) entnommen werden.

Der Deutsche Ausschuß der CIGRE beabsichtigt wiederum eine Anzahl von Fachberichten für die nächstjährige Tagung der CIGRE einzureichen.

Hierdurch wird aufgefordert, Vorschläge für Berichtsthemen (mit Namen des Berichterstatters) und Dispositionen dem Deutschen Ausschuß der CIGRE, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, zur Entscheidung über die Annahme als

deutscher Konferenzbericht bis spätestens zum 15. Juli 1938 einzureichen.

Deutscher Ausschuß der CIGRE

Der Schriftführer:

Blendermann

Aus den VDE-Bezirken.

Bezirk Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein E. V.
(Gegründet 1879)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 IV, VDE-Haus.
Fernsprecher: 34 88 85.

Ausflug zur Spree und Dahme.

Am Sonnabend, dem 9. Juli 1938, veranstaltet der Bezirk Berlin-Brandenburg seinen herkömmlichen Ausflug mit Angehörigen. Nähere Einzelheiten (Dampferfahrt ab Grünau über Langer-, Seddin- und Müggelsee, gemeinsames Abendessen, Tanz usw.) sind aus den Mitteilungen 1938 Nr. 6 des Bezirks Berlin-Brandenburg vom 16. 6. 1938 zu ersehen.

Karten zum Preise von 3 RM (Mitglieder) und 4 RM (eingeführte Gäste) sind in der Geschäftsstelle des Bezirkes zu haben.

VDE Bezirk Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein E. V.

Der Geschäftsführer:

Burghoff

Bezirk Aachen.

Am 4. 5. d. J. sprach Herr Höpcke über das Thema: „Das Licht am Fahrzeug entsprechend den Anforderungen der neuesten Straßenverkehrs-Ordnung“. Der Vortragende wies einleitend auf die Bedeutung der Beleuchtungsfrage beim Automobil- und Fahrzeugverkehr für die Sicherheit hin und erläuterte die Zusammenhänge zwischen Lichtstärke, Fernlicht und Abblendlicht, Fahrgeschwindigkeit und Bremsweg. Die zwei gegensätzlichen Forderungen weiter Sichtmöglichkeit und des Nichtblendens entgegenkommender Fahrer in Einklang zu bringen ist das Kernproblem der Automobilbeleuchtung. Bei dem heutigen Stand der Technik wird das Problem durch die neuen Verkehrsvorschriften über Lichtstärke, Ausrichtung und Einstellung der Scheinwerfer zu lösen versucht. Neue Lösungsversuche auf anderem Wege mittels polarisierten Scheinwerferversatzscheiben, Brillen wurde erläutert¹⁾. Diese Vorschläge sind zunächst bestechend. Es scheint aber, daß im Augenblick der praktischen Durchführung noch große Schwierigkeiten entgegenstehen.

¹⁾ F. Born, ETZ 58 (1937) S. 169.

VERSCHIEDENES.

Veranstaltungen anderer Vereine.

Deutsche Gesellschaft für Metallkunde, Berlin.

24. 6. (Fr) bis 26. 6. (So): Hauptversammlung in München.
23. 6.: Besichtigungen. 24. 6.: Vortragsreihe „Werkstoffprüfung als Grundlage der Entwicklung und Verwendung der Metalle und Legierungen“ (12 Vorträge). 25. 6.: Hauptversammlung mit 15 Vorträgen. 26. 6.: Ganztägiger Ausflug mit Damen nach Kufstein. Näheres durch die Geschäftsstelle: Berlin NW 7, Ingenieurhaus.

Deutscher Normenausschuß, Berlin.

20. 6. (Mo) bis 2. 7. (Sa): Internationale Normentagung im Ingenieurhaus, Berlin. Näheres durch die Geschäftsstelle: Berlin NW 7, Dorotheenstr. 40.

Physikalische Gesellschaft zu Berlin und Deutsche Gesellschaft für technische Physik, Berlin.

22. 6. (Mi), 19³⁰, T. H. Berlin: „Untersuchungen über außer-galaktische Nebel“. P. ten Brüggencaete.

Reichsverband der Deutschen Wasserwirtschaft, Berlin.

27. 6. (Mo) bis 29. 6. (Mi), Aachen: Wasserwirtschafts-

tagung, verbunden mit der 48. ord. Hauptversammlung des Reichsverbandes der deutschen Wasserwirtschaft und Besichtigungsfahrten. Sechs Hauptvorträge. Einweihung der Rurtalsperre Schwammenauel. Näheres durch die Geschäftsstelle: Berlin-Steglitz, Kantstr. 20.

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:

Postrat F. Eppen VDE, Berlin-Charlottenburg, Kaiser-Friedrich-Str. 3.
Dr.-Ing. G. Hamelster VDE, Berlin-Heinersdorf, Neukirchstr. 31 a.
Dipl.-Ing. K. Hurle VDE, Nürnberg, Melanchthonplatz 10.
Dr. W. Kluge VDE, Berlin-Niederschönhausen, Moltkestr. 20.
Dr.-Ing. H. Seiberth, Berlin-Tempelhof, Manteuffelstr. 28.

Abchluß des Heftes: 16. Juni 1938.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE

Zuschriften sind nicht an eine persönliche Anschrift zu richten, sondern nur an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55

Nachdruck nur mit Quellenangabe und nur mit Genehmigung des Verfassers und der Wissenschaftlichen Leitung der ETZ gestattet.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Herausgegeben vom Verband Deutscher Elektrotechniker E.V.

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

59. Jahrgang

Berlin, 23. Juni 1938

Heft 25

Die 40. Mitgliederversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker in Köln.

Im Herbst des Jahres 1893, vor 45 Jahren, versammelten sich die Mitglieder des im Frühjahr des gleichen Jahres gegründeten VDE zum ersten Male und wählten Köln zum Tagungsort. Schon damals hatte die junge Elektrotechnik bedeutende Erfolge zu verzeichnen, aber sicher ist es im Bericht der Kölnischen Zeitung über die Tagung von den meisten Fachgenossen als Hirngespinnst betrachtet worden, wenn dort stand, daß sich dem Fernsprecher der Fernschreiber und Fernseher anreihen würden. Heute, nach weiteren 40 Jahren, ist dieser Satz längst in die Wirklichkeit umgesetzt worden, und Fernschreiber und Fernsehgerät zählen zu den Mitteln des öffentlichen Nachrichtenverkehrs.

Im Sommer 1909 tagte der VDE ein zweites Mal unter dem Vorsitz unseres einzigen noch lebenden Ehrenmitgliedes, Herrn Geh. Hofrat Professor Dr.-Ing. E. h. H. Görges, in den Mauern der gastlichen Stadt Köln, nun schon als anerkannter Vertreter der deutschen Elektrotechnik.

In der Rede, mit der der Vorsitzende des VDE damals die 17. Jahresversammlung eröffnete, wiederholte er die Worte des ersten Vorsitzenden des VDE, Geh. Regierungsrat Prof. S l a b y, auf der ersten, wie schon gesagt, ebenfalls in Köln abgehaltenen Jahresversammlung des VDE:

„Obenan steht uns die Wissenschaft; die Liebe zu ihr soll unser Leitstern sein. Die Liebe zur Wissenschaft wird auch die Herzen zueinander führen, gleichstrebende Freunde wollen wir sammeln. Unsere Kreise soll der hohe Wellenschlag geschäftlichen Lebens nicht stören.“

Doch auch ein Schutz- und Trutzbündnis ist unser Verband. Man hat uns eine Interessenvertretung ge-

scholten. Ja, meine Herren, wenn man darunter nicht die Vorteile des einzelnen versteht, sondern die Förderung des Wohles, die Wahrung der Lebensbedingungen der Allgemeinheit der deutschen Elektrotechnik, so akzeptieren wir diesen Namen. Die wichtigste Lebens-

bedingung unserer neuentstandenen Industrie ist aber die Freiheit der Entwicklung. Möge es uns gelingen, das Nessusgewand, welches der gefährwitternde ängstliche Übereifer der eingeschüchterten öffentlichen Meinung bereit hält, von uns abzuwehren.“

Wenn Herr Geheimrat Görges diese mahnenden Worte nach 16 Jahren wiederholen mußte, in einer Zeit, da man schon mit Übertragungsspannungen von 50 000 V und Kraftwerksleistungen von 30 000 PS arbeitete, so war daran die Kurzsichtigkeit der damaligen Regierung schuld, die, wie auch auf anderen Gebieten, in ihrer Steuerfreudigkeit in aufblühendes technisches Leben mit ungeschickter Hand einzugreifen drohte. Ein Elektrizitätssteuergesetz und ein Leuchtmittelsteuergesetz waren dem Reichstag vorgelegt worden, und gegen diesen von mangelndem Weitblick zeugenden Plan wandte sich der weiterschauende Vorsitzende des VDE, indem er

mit Zahlen eine Entwicklung beleuchtete, auf die das Reich mit dem VDE hätte stolz sein müssen und die es in seinem ureigensten Interesse hätte fördern müssen, wie es im Dritten Reich machtvoll geschieht.

„Man hört immer wieder, das elektrische Licht sei eine Luxusbeleuchtung. M. H.! Das mag für eine Reihe von Städten zutreffen, wo noch ein hoher Tarif das Licht verteuert, aber nicht für die vielen Fabriken, für die Hütten- und Bergwerke, die ihren Strom billig erzeugen. Da sind die Stätten des Hauptkonsums elek-



zur 40. Mitgliederversammlung des
Verbandes Deutscher Elektrotechniker
KÖLN 1938

HEFT 20 · ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT · 10. MAI 1938

trischer Energie und da ist das elektrische Licht kein Luxuslicht. Es sind die Arbeiter, denen es die Arbeitsplätze erhellt. Es ist und wird immer mehr das Licht des kleinen Mannes, und nicht bloß an den Arbeitsstätten.“



Hans Görge.

In diesem Jahre fanden sich über 2400 Teilnehmer zur 40. Mitgliederversammlung zusammen. Am Vortage des 1. Sitzungstages trat das Redaktionskomitee der ETZ und des Archivs für Elektrotechnik zu einer Sitzung zusammen, und am Abend fand das Jungingenieurtreffen statt, über das wir auf S. 683 noch berichten. Gleichzeitig mit den ersten Fachgruppensitzungen tagten Vorstand und Vorstandsrat.

Am 24. Mai fanden sich die Fachgenossen zur 40. Mitgliederversammlung im Gürzenich zusammen. Der mit wundervollen Gemälden und alten Fahnen geschmückte Saal prangte im Festschmuck. Nach einem Orgelvorspiel von Herrn Professor Bachem begrüßte der Vorsitzende des VDE, Herr Dr.-Ing. K. Rißmüller, die Versammlung zugleich im Namen des bisherigen Vorsitzenden, Herrn Reichspostminister Dr.-Ing. E. h. Ohnesorge, der in letzter Minute durch dringende Amtsgeschäfte an der Teilnahme verhindert worden war, und verlas das an die Versammlung gerichtete Telegramm:

„Infolge dringlicher Inanspruchnahme ist es mir in diesem Jahre leider nicht möglich, an den Tagungen und Veranstaltungen des Verbandes teilzunehmen. Ich möchte deshalb auf diesem Wege meinem Wunsch für einen erfolgreichen Verlauf der 40. Mitgliederversammlung Ausdruck geben und die anwesenden Gäste sowie die Mitglieder des Verbandes bestens grüßen.“

Auch der Leiter des Nationalsozialistischen Bundes deutscher Technik, Herr Generalinspekteur Professor Dr.-Ing. Todt, konnte an der Versammlung nicht teilnehmen und übermittelte den Anwesenden durch den Mund des Vorsitzenden seine besten Wünsche und Grüße.

Nach Begrüßung des Herrn Bürgermeisters der Hansestadt Köln, der Vertreter von Partei und Staat, der Wissen-

schaft und der Gäste aus dem Ausland, der Industrie und Wirtschaft und der befreundeten Verbände, einem besonderen Gruß an die Fachgenossen aus Österreich, die zum ersten Male an der VDE-Tagung als Angehörige des Großdeutschen Reichs teilnehmen, führte Herr Dr. Rißmüller aus:

Herr Reichsminister Dr. Ohnesorge hat mir die Leitung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker im Einvernehmen mit Herrn Generalinspekteur Dr. Todt übertragen. Ich habe dieses Amt übernommen. Ich darf zunächst auch von dieser Stelle dem Herrn Reichsminister den herzlichsten Dank der Mitgliederversammlung für seine Arbeiten um den Verband zum Ausdruck bringen. In den Jahren der Umgestaltung, die auch weit in das technische Verbandswesen eindringt, hat er mit starker Hand die Geschicke des Verbandes gesteuert. Seinem Einsatz ist es zu verdanken, daß dem Verband Deutscher Elektrotechniker in der Neuordnung der Technik der seinen geleisteten Arbeiten und seinen zukünftigen Aufgaben entsprechende Platz eingeräumt worden ist. Er hat es verstanden, so manche Schwierigkeiten, die nun einmal bei jedem Neubau nicht zu vermeiden sind, zu überwinden zum Besten des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Vor etwa Jahresfrist hat der Gau Berlin-Brandenburg, der seit vielen Jahren an hervorragende Männer der Elektrotechnik die Siemens-Stephan-Plakette als höchste Auszeichnung verliehen hat, diese Auszeichnung und die zukünftige Verleihung dem Verband Deutscher Elektrotechniker übertragen. Als Zeichen unseres Dankes und in Anerkennung der Verdienste, die sich Herr Reichsminister Dr. Ohnesorge in den vielen Jahren seines Wirkens für den Verband und ganz besonders in den langen Jahren seiner Tätigkeit an dessen Spitze erworben hat, hat der Vorstand beschlossen, Herrn Reichsminister Dr. Ohnesorge die Siemens-Stephan-Plakette im Namen des Gesamtverbandes Deutscher Elektrotechniker zu überreichen.

Meine Herren! Ich übernehme die Führung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker. In voller Erkenntnis der großen Aufgaben, die zu erfüllen der VDE berufen ist, wird es meine vornehmste Aufgabe sein, allen im VDE zusammengeschlossenen Fachgebieten der weiten Elektrotechnik gerecht zu werden und die vielfachen Wünsche und Forderungen gleichzurichten. Es gilt, die große Fülle der Aufgaben, die gerade jetzt durch den Vierjahresplan, durch die Einführung zahlreicher neuer Werkstoffe sich ergeben, unter Einsatz allen im Verband und besonders in seinen technischen Ausschüssen zusammengefaßten Wissens und Könnens tatkräftig zu fördern. Wohl nie zuvor ist dem Ingenieur ein solches Ausmaß neuer technischer Probleme gestellt worden wie in unserer Zeit. Ich möchte sagen, daß sie fast ausnahmslos alle mit der Elektrotechnik mehr oder weniger verknüpft sind. Von jeher ist es das Ziel des VDE gewesen, durch seine Richtlinien und Vorschriften mit dafür zu sorgen und zu wirken, daß für die mannigfachen Erzeugungs-, Verteilungs- und Verbrauchsformen der Elektrizität der Praxis betriebssichere und dabei wirtschaftliche Maschinen und Apparate zur Verfügung standen. In erhöhtem Maße und beschleunigtem Tempo — den auf uns zukommenden Aufgaben entsprechend — werden wir unsere Arbeiten im Verband, vornehmlich in seinen Ausschüssen, anfangen, um in aller Weise auch fernerhin allen Anforderungen zeitgerecht zu genügen. Ich werde den Verband Deutscher Elektrotechniker nach den großen, uns vom Nationalsozialismus gegebenen Richtlinien und Weisungen führen, damit unsere Arbeit restlos zum Nutzen der Allgemeinheit sich auswirken kann. Unsere Sorge ferner den großen Aufgaben der Heranbildung unseres technischen Nachwuchses gewidmet sein. Und wir werden im Rahmen des Nationalsozialistischen Bundes Deutscher Technik daran mitarbeiten, den Ingenieuren

die ihnen zukommende Stelle im öffentlichen Leben zu sichern.

Nach Hinweis auf den in ETZ 59 (1938) H. 20 gebrachten Geschäftsbericht, der durch spätere mündliche Ausführungen durch den Geschäftsführer des VDE, Herrn Dipl.-Ing. H. Blendermann, noch ergänzt wurde, gedachte der Vorsitzende der über 50 Mitglieder, die der Tod dem Kreise der Fachgenossen entrissen hatte, und dankte den Dahingegangenen für die wertvolle Mitarbeit, die sie im VDE geleistet haben, und das Interesse, das sie ihm immer entgegengebracht haben. Die Versammlung ehrte die Toten durch Erheben von den Plätzen.

Vor 20 Jahren, bei der 20. Mitgliederversammlung in Leipzig, war die Möglichkeit geschaffen worden, solche ordentliche Mitglieder, die sich um den Verband und seine Zwecke besondere Verdienste erworben haben, zu Ehrenmitgliedern zu ernennen. Wie der Vorsitzende weiter ausführte, hat der Verband bis heute nur neunmal von dieser Möglichkeit Gebrauch gemacht. Bei der diesjährigen Versammlung anlässlich des fünfundvierzigjährigen Be-

Der Verband Deutscher Elektrotechniker ernannt

**Prof. Dr.-Ing. Dr. rer. pol. h. c.
WALDEMAR PETERSEN**

dem hervorragenden Lehrer und Forscher, dem die Hochspannungstechnik den Ausbau ihrer wissenschaftlichen Grundlagen und die Elektrizitätswirtschaft die Sicherung ihrer Hochspannungsströme verdankt, in Würdigung seiner Verdienste um die Deutsche Elektrotechnik zu seinem

EHRENMITGLIED

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.
im Nationalsozialistischen Bund Deutscher Technik

Der Vorsitzende:

Blendermann

Der Geschäftsführer:

Conrad

stehens des VDE hat auf Vorschlag der Wissenschaftlichen Abteilung des VDE der Vorstand des Verbandes drei verdienstvollen Mitgliedern,

Herrn Professor Dr. rer. pol. h. c. Dr.-Ing. Waldemar Petersen,

Herrn Professor Dr.-Ing. E. h. Dr.-Ing. Walter Rogowski,

Herrn Oberingenieur E. C. Zehme

die Ehrenmitgliedschaft verliehen. Damit ehrt der Verband Deutscher Elektrotechniker drei Pioniere der von ihm betreuten technischen Wissenschaft, deren Namen im In- und Ausland einen guten Klang haben.

Der vom Vorsitzenden verlesene Wortlaut geht aus den hier abgebildeten Urkunden hervor.

Nach herzlichsten Glückwünschen an die neuernannten Ehrenmitglieder schloß der Vorsitzende mit der Mitteilung,

Der Verband Deutscher Elektrotechniker ernannt

**Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. e. h.
WALTHER ROGOWSKI**

dem unermüdblichen und vielseitigen Forscher und Lehrer, der als Erster einen Einblick in die kurzzeitigen elektrischen Vorgänge eröffnete, den Beginn der und langjährigen Leiter des Archivs für Elektrotechnik, in Würdigung seiner Verdienste um die Deutsche Elektrotechnik zu seinem

EHRENMITGLIED

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.
im Nationalsozialistischen Bund Deutscher Technik

Der Vorsitzende:

Blendermann

Der Geschäftsführer:

Conrad

daß die vom Elektrotechnischen Verein Österreichs ausgesprochene Einladung, die nächstjährige Mitgliederversammlung in Wien abzuhalten, mit herzlichem Dank angenommen worden sei. Er bat die anwesenden Vertreter der österreichischen Fachgenossen, den Dank und den Ausdruck der herzlichsten Freude über die Einladung entgegenzunehmen.

Der Verband Deutscher Elektrotechniker ernannt

ERNST CONRAD ZEHME

dem tatkräftigen Leiter der Elektrotechnischen Zeitschrift, der während dreier Jahrzehnte für die Weltgeltung der Deutschen Elektrotechnik eintrat, dem anerkannten Vorkämpfer auf dem Gebiete der elektrischen Jugendförderung in Würdigung seiner Verdienste um die Deutsche Elektrotechnik zu seinem

EHRENMITGLIED

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.
im Nationalsozialistischen Bund Deutscher Technik

Der Vorsitzende:

Blendermann

Der Geschäftsführer:

Conrad

Im Anschluß an seine Ausführungen erteilte der Vorsitzende das Wort Herrn Bürgermeister Bönner, der die Versammlung im Namen des von Köln abwesenden Oberbürgermeisters begrüßte. Weiter überbrachte Herr Obering. Führer die Grüße des Beauftragten für die Technik Professor Dr.-Ing. Todt; Herr Senatspräsident Professor Stiller betonte die enge Verbundenheit der Behörden mit dem VDE und schließlich ergriff Herr Direktor Jiretz, Wien, das Wort und übermittelte noch einmal, zugleich im Namen des Oberbürgermeisters von Wien, Dr.-Ing. Neuwacker, die Einladung, die nächste Tagung in Wien abzuhalten.

Die drei neuernannten Ehrenmitglieder statteten ihren Dank der Mitgliederversammlung als der Vertreterin des Gesamt-VDE ab. Herr Professor Dr.-Ing. W. Petersen:

Es ist für mich eine große Freude und eine stolze Genugtuung, dem Verband Deutscher Elektrotechniker persönlich den aufrichtigsten und herzlichsten Dank sagen zu dürfen für die hohe Ehre, die mir zuteil geworden ist.

In all den vielen Jahren war es für mich höchste Befriedigung, und ich habe es immer als Ehre empfunden, zu kommen und mitzuarbeiten, wenn der Verband rief. Und es war für mich köstlicher Lohn, zu hören und zu erfahren, daß diese Arbeit nicht ganz nutzlos gewesen ist, daß diese Arbeit von Erfolg gekrönt war. Ebenso war es für mich köstlicher Lohn, mitarbeiten zu dürfen an dem stolzen Bau der deutschen Elektrotechnik. Zu dem Lohn der inneren Befriedigung ist jetzt die äußere Ehre hinzugekommen. Sie hat mich tief ergriffen, hat mich mit großer Freude und mit Stolz erfüllt.



W. Petersen

Noch unlösbarer wird dadurch die Verbundenheit mit dem Verband Deutscher Elektrotechniker, noch tiefer die Erkenntnis der Pflicht und der Verantwortung gegenüber dem Verband Deutscher Elektrotechniker und gegenüber Deutschland.

Herr Professor Dr.-Ing. W. Rogowski:

Kameraden!

Der Verband Deutscher Elektrotechniker hat soeben auch mir die hohe Ehre zuteil werden lassen, mich zu seinem Ehrenmitglied zu ernennen. Da innerhalb der großen Gemeinschaftsarbeit der Elektrotechnik der Beitrag des einzelnen im allgemeinen naturgemäß zurücktritt, so kommt in der Anerkennung meiner langjährigen, ich kann sagen, mehr als dreißigjährigen Mitarbeit eine wohlwollende Einstellung mir gegenüber zum Ausdruck, die ich mit großer Freude aufgenommen habe und für die ich unserem Verband warm und herzlich danken möchte.



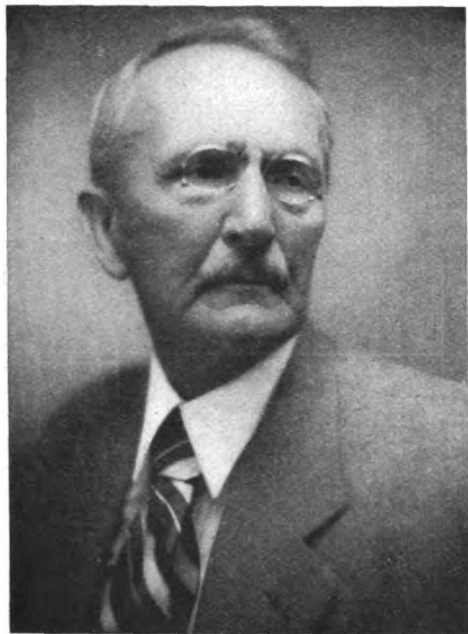
W. Rogowski

Der Alt-Hauptschriftleiter der ETZ, Herr Obering. E. C. Zehme:

Hochansehnliche Versammlung!

Ich danke dem Verband Deutscher Elektrotechniker für die hohe Ehre, die er mir durch die Ernennung zum Ehrenmitglied erwiesen hat, und ich möchte diesen Dank auch ganz besonders dem Vorstand und der Wissenschaftlichen Abteilung des Verbandes aussprechen. Meine Herren! Wenn man dem Verband nun schon über 50 Jahre als Mitglied angehört, so ist es klar, daß diese Verbundenheit durch die Ehre, die Sie mir erwiesen haben, in wunderbarer Weise gesteigert wurde. Der Vorsitzende hat nun, und es ist auch in dem Dokument zum Ausdruck gekommen, von Verdiensten gesprochen, er hat aber nicht davon gesprochen, welche große Freude und Genugtuung ich empfunden habe, in dieser langen Zeit in Verbindung mit dem Verband an der gemeinsamen Arbeit teilzunehmen. Als ich vor vielen Jahren jene Ausstellung besuchte, auf der Werner Siemens die erste kleine Bergwerkslokomotive laufen ließ, und nun mit diesem kleinen Züglein durch das Ausstellungsgelände fuhr, da stand in mir der Entschluß zu meinem Berufe fest; ich mußte an das Wort des Preußenkönigs denken: „Diesen Karren hält nichts mehr auf!“ Aber der weite Weg war schwer und dornig. Das,

was man heute der Jugend als fertige Speise in den Hochschulen darbietet, mußte man damals in primitiven Instituten und dann in tastender Werkstattarbeit aus dem Eigenen herausholen. Man mußte sich darauf beschränken, in mündlicher und auch in schriftlicher Korrespondenz mit Fachgenossen voranzukommen. Die Übermittlung neugewonnener Erkenntnisse legte mir nun vor etwa 33 Jahren das Schicksal in die Hand, indem mir die Leitung der ETZ übertragen wurde. Das waren drei Jahrzehnte herrlichen Erlebens; es war ein beglückendes Gefühl, mich in die Gedankenwelt und Ideen der Fachgenossen einzuleben, mit ihnen über das, was sie bewegte, zu sprechen, auch wohl hier und da eine Anregung zu geben und mich mit eigenen bescheidenen Beiträgen zur ETZ zu beteiligen. Manche der Pioniere von damals sind dahingegangen und an ihre Stelle ist ein neuer Zustrom der Jugend getreten, die, fußend auf der geschaffenen Erkenntnis, das Werk mit der gleichen Begeisterung fortführen möchte. Ich beneide die Jugend um die schönen Aufgaben, die ihr das neue Reich unter der Schutzherrschaft des Führers gestellt hat und stellen wird, und wünsche mit vollem Herzen, daß sie dem Verband Deutscher Elektrotechniker und der mit ihm verbundenen Elektrotechnischen Zeitschrift alle Zeit die Treue bewahren möge.



M. Blendermann

Im Anschluß daran erstattete der Geschäftsführer des VDE, Herr Dipl.-Ing. Blendermann, den Geschäftsbericht unter Hinweis auf die entsprechenden Ausführungen im Tagungsheft.

Herr Blendermann unterstrich zunächst unter Hinweis auf die Bedeutung der Elektrotechnik, deren Ausfuhr wertmäßig heute an erster Stelle steht, die Aufgabe des VDE, der als der für die Fachgenossen aller Zweige der Elektrotechnik zuständige technisch-wissenschaftliche Fachverein im Nationalsozialistischen Bund deutscher Technik seinen Beitrag zu diesen Erfolgen geleistet habe. Er wies auf die Aufgabe des VDE hin, durch wissenschaftliche Weiterbildung die Einsatzbereitschaft und Leistungssteigerung seiner Mitglieder zu fördern. Er betonte das Gemeinnützige der ehrenamtlichen Arbeiten der VDE-

Ausschüsse und ihre Bedeutung für die gesamte deutsche Elektrotechnik und führte in diesem Zusammenhang aus:

Diese Zielsetzung fand dadurch ihre Anerkennung, daß die Behörden — wie schon seit jeher, solange die VDE-Vorschriften bestehen — nicht nur auf die Herausgabe eigener Vorschriften verzichteten, sondern die Arbeiten des VDE noch enger als bisher in die staatliche Ordnung einbauten. In der am 31. August 1937 verkündeten „Zweiten Verordnung zur Durchführung des Gesetzes zur Förderung der Energiewirtschaft (Energiewirtschaftsgesetz)“ wurde allgemein gültig festgelegt, daß die Bestimmungen des VDE als anerkannte Regeln der Elektrotechnik gelten und daß alle elektrischen Energieanlagen und Energieverbrauchsgeräte hiernach einzurichten und zu erhalten sind. Hierdurch hat die unermüdliche Arbeit all der vielen ehrenamtlichen Mitarbeiter des VDE seine schönste und größte Anerkennung gefunden.

Die Ausführungen wurden durch eine Reihe von Beispielen erläutert. Zur Jungingenieurarbeit des VDE äußerte der Geschäftsführer:

Die fachliche Weiterbildung des elektrotechnischen Nachwuchses durch Vorträge, Arbeitsgemeinschaften und Besichtigungen, die Förderung kameradschaftlichen Geistes im zwanglosen Beisammensein und die Weckung des Verständnisses für die Aufgaben, die der deutsche Ingenieur im Rahmen der heutigen Zeit zu erfüllen hat, waren die Richtlinien, nach denen die Betreuung der Jungingenieure des VDE im Berichtsjahr durchgeführt wurde und auch in Zukunft durchgeführt werden wird.

Weiter ging er kurz auf die durch die Neuordnung der deutschen Technik notwendig gewordenen Änderungen in der Organisation des VDE ein und teilte Zahlen über den Mitgliederbestand mit. Danach umfaßt der VDE 13 560 Mitglieder. Der Zuwachs innerhalb der letzten 12 Monate betrug, wie der Unterzeichnete festgestellt hat, drei Viertel des Gesamtmitgliederbestandes 1909. Damals wurde im vorhergehenden Jahre eine Gesamtzunahme von 325 Mitgliedern berichtet, die sich also im letzten Jahre mehr als verzehnfacht hat. Dabei stellte das Jahr 1908 ein Ausnahmejahr insofern dar, als der nach den Worten des damaligen Generalsekretärs, Herrn Professor D e t t m a r, ungewöhnlich hohe Zuwachs sich aus der Anmeldung der ausländischen Mitglieder des Elektrotechnischen Vereins ergab.

Unter Hinweis auf die verschiedenen auf Grund einer Anregung der Wissenschaftlichen Abteilung des VDE abgeschlossenen Besuchsabkommen mit den elektrotechnischen Vereinen in England, Frankreich, Italien, Japan, Rumänien, der Südafrikanischen Union, Ungarn und den V. S. Amerika schloß Herr Blendermann mit einem Dank an die ehrenamtliche Mitarbeit aller Kreise, die im VDE zusammengeschlossen sind.

Nun bat der Vorsitzende Herrn Dir. Dr. Bingel, seinen Vortrag „Die Elektrotechnik in der Industrie“ zu halten. Der Vortrag ist in diesem Heft, S. 659, abgedruckt. Nach Beendigung des mit reichem Beifall belohnten Vortrags brachte Herr Dr. Reißmüller dem Redner nochmals den Dank der Versammlung zum Ausdruck und gab von einem Telegrammwechsel mit dem Führer und Reichskanzler Kenntnis. Der VDE telegraphierte:

Die im 45. Jahre des Bestehens des Verbandes Deutscher Elektrotechniker zu ihrer diesjährigen Arbeitstagung in Köln versammelten deutschen Elektroingenieure grüßen Sie in tiefer Dankbarkeit. Wir geloben freudige Einsatzbereitschaft aller Kräfte zur Erfüllung der großen Aufgabe, die Sie der gesamten deutschen Technik zum Wohle von Volk und Staat zugewiesen haben.

Darauf ist folgendes Antworttelegramm eingegangen:

Den zu ihrer diesjährigen Arbeitstagung versammelten deutschen Elektroingenieuren danke ich für ihre mir

telegraphisch übermittelten Grüße. Ich erwidere sie herzlichst mit meinen besten Wünschen für erfolgreiche weitere Arbeit im Dienste der großen technischen Aufgaben unserer Zeit.
Adolf Hitler.



Der Vorsitzende, Dr.-Ing. K. Rißmüller, auf der Vorstandssitzung des VDE im Senats-Saal des Kölner Rathauses.

Die Fachberichte wiesen einen außerordentlich regen Besuch auf. Man kann die Wissenschaftliche Abteilung des VDE zu der getroffenen Auswahl beglückwünschen. Von fast allen Vorträgen kann man behaupten, daß sie nicht nur das Interesse der Fachgenossen im engeren Sinne fanden, sondern daß sie in der Mehrzahl allen Fachgenossen etwas boten. Die Aufgaben in der heutigen Zeit erfordern nicht ein enges Wissen, sondern einen auf das Ganze gerichteten Blick jedes einzelnen Ingenieurs. Er muß auf seinem ureigensten Gebiete vollkommen beschlagen sein, er darf aber um dieses Gebietes willen nicht den Zusammenhang mit den Nachbargebieten verlieren. Ein großer Teil der diesjährigen Fachberichte trug diesem Gesichtspunkt Rechnung, und der gute, ja überstarke Besuch war die beste Quittung für die Richtigkeit der Auswahl.

Durch gutes Einhalten der vorgesehenen Zeiten wurde gewährleistet, daß jeder sich das aus der Fülle des Gebotenen Ausgewählte auch anhören konnte, weil der Wechsel von einer Fachgruppe zu einer andern möglich war, ohne die anderen Hörer durch unfreiwilliges, verspätetes Eintreffen zu stören. Die Fachgruppenleiter haben trotz der erheblichen Mühe, die die Leitung einer Fachgruppe immer mit sich bringt, durch Berücksichtigung dieser kleinen, aber so wichtigen Äußerlichkeit und durch entsprechende Beeinflussung des Vortragenden und der Diskussionsreder ganz wesentlich mitgeholfen, den Fachgenossen eine reibungslose Teilnahme an den ihnen liegenden Vorträgen zu gewährleisten. Hierfür sei ihnen vielmals gedankt.

Es ist selbstverständlich, daß eine Stadt wie Köln es sich nicht nehmen ließ, auch in geselliger Beziehung den deutschen Elektrotechnikern eine angenehme Erinnerung an die Tagung zu hinterlassen. Die Messe- und Ausstellungshallen sahen uns nicht nur zu ernster Arbeit in dem Kongreßhaus, sondern wurden auch Zeuge fröhlicher Geselligkeit in der großen Messehalle, in der der Begrüßungsabend am ersten Tage und das gemeinsame Abendessen am zweiten Tage stattfanden. Eine glänzende Organisation verstand es, dem Saal an den zwei Abenden

jeweils ein ganz neues Gepräge zu verleihen, wie sie auch sonst der Schwierigkeiten Herr wurde, die durch verspätete Anmeldungen, die zum Teil noch telegraphisch eingingen, oder sogar durch Teilnahme vieler Fachgenossen ohne vorherige Anmeldung auftreten mußten.

Am Begrüßungsabend wurde uns unter dem Vorsitz des Präsidenten des Elferates, Herrn Fritz Ma a ß, Präsidenten der Großen Kölner Karnevalsgesellschaft von 1882, unter Mitwirkung der Kölner Stadtsoldaten (Kölsche Funke Rut-Wieß 1823) sowie namhafter erster Kölner Karnevalisten eine Stunde Kölner Karneval geboten, der wohl allen Teilnehmern in unvergeßlicher Erinnerung bleiben wird. Besonders dürfte ein Vers aus dem Liede von Herrn Engel der Rheinischen Draht- und Kabelwerke Köln „Karnevalistische Fachsimpelei“ hellsten Beifall nicht nur bei den Anwesenden, sondern auch bei den Lesern dieses Berichtes finden:

*Ein Trafo schwärmt für ein Wesen,
Als schöne Elok bekannt,
Ihm schmort vor Wut die Wicklung,
Als man sie Bernziehl genannt!
Das ging ihm über den Ölstand
Und macht ihn fast verrückt,
Doch die Verballhornisierung
Ist Todt-sei-Dank nicht geglückt.*

Für einen Augenblick stand vor unserem geistigen Auge die Zeit, wo Bilderstürmerei auf Fachausdrücke zum Schaden der guten deutschen Sprache zu werden drohte, bis ein Machtwort des Vorsitzenden des NSBDT. dem Spuk ein verdientes, unrühmliches Ende bereitete.

Zum gemeinsamen Abendessen am nächsten Tage bot sich der Saal in ganz anderem Schmuck dar. Ernste und



Blick auf die Mitgliederversammlung im Festsaal des Gürzenich.

heitere Kunst verschönten das Fest. Meisterhafte Darbietungen des Kölner Männer-Gesangvereins unter Leitung des Generalmusikdirektors, Herrn Professor Eugen P a b s t, wechselten mit entzückenden Tänzen der Tanzgruppe der Kölner Oper unter Leitung der Ballettmeisterin der Städtischen Bühnen Kölns, Frau Inge Herting, und wurden durch reichen Beifall belohnt.

Zahlreiche Besichtigungen, zu denen Industrie und Elektrizitätsversorgung die Teilnehmer an der Tagung eingeladen hatten, und Ausflüge in die engere und weitere Umgebung Kölns schlossen die an Eindrücken reichen Tage ab.

Harald Müller VDE.

Die Elektrotechnik in der Industrie.

Festvortrag vor der Mitgliederversammlung des VDE in Köln am 24. 5. 1938.

Von R. Bingel VDE, Berlin.

621. 3 : 66/69

Übersicht. Der Vortrag kennzeichnet die große Bedeutung der elektrischen Energie im Aufgabenkreis der deutschen Technik. Der Begriff des spezifischen elektrischen Arbeitsinhaltes zeigt, daß heute nahezu alle Gebiete der Industrie mit elektrischer Energie und Elektrotechnik durchsetzt sind. Es werden ferner die Ursachen gezeigt, die zu den ungeheuren Erfolgen der Elektrotechnik geführt haben. Die Bedeutung der Forschung für den Fortschritt wird dadurch sinnfällig hervorgehoben, daß gezeigt wird, daß an vielen Stellen, wo wir die Grenzen des bisherigen Erkennens oder die Grenzen unserer technischen Leistungsfähigkeit überschreiten wollen, der Einsatz neuer elektrotechnischer Hilfsmittel uns auch neue Fortschritte bringt.

Die Elektrotechnik hat in einem ungeheuren Sturm- und Lauf die Industrie, ja unsere gesamte Lebenshaltung durchdrungen und beeinflußt. Sie ist in wenigen Jahrzehnten in immer breiterer Front vorwärts geschritten und hat zu einer intensiven und folgenreichen Entwicklung geführt. Es ist deshalb schwierig geworden, das weite Gebiet der Elektrotechnik in der Industrie zu überschauen, und geradezu unmöglich, innerhalb einer Stunde über dieses große Arbeitsgebiet erschöpfend zu berichten. Zudem ist die Elektrotechnik sowohl in ihrer Gesamtheit wie auch auf den zahllosen Einzelgebieten schon so häufig behandelt worden, daß es als Wagnis erscheinen muß, nochmals zu diesem Thema zu sprechen. Obwohl ich mir dieser Schwierigkeiten bewußt bin, habe ich der Aufforderung zu diesem Vortrag doch gerne Folge geleistet. Ich habe mich dabei von dem Gedanken leiten lassen, daß wir alle heute inmitten großer Aufgaben stehen, die unsere ganze Kraft und unser ganzes Können in Anspruch nehmen. Deshalb ist die Gefahr groß, daß wir den Überblick verlieren und durch unseren Einsatz auf Teilgebieten die großen Entwicklungslinien und weiten Möglichkeiten, die die Elektrotechnik auch heute noch in sich birgt, leicht übersehen. Aus diesem Grunde erscheint es mir lohnend, wenn wir uns einmal von unseren Einzelbereichen lösen und den Versuch machen, wenige markante Entwicklungslinien aus dem großen Gebiet unseres technischen Schaffens herauszuschälen. Dabei ist es selbstverständlich, daß vieles, was interessant und wissenswert sein mag, heute nicht gesagt werden kann. Ebenso wird es sich nicht vermeiden lassen, einige Gebiete nur mit einem kurzen Hinweis zu streifen, trotzdem erst eine eingehende Behandlung und die Darstellung der physikalischen Zusammenhänge die wünschenswerte Exaktheit und Klarheit sicherstellen würde.

Bei der Durcharbeitung des umfangreichen Stoffes, der sich zwangsläufig anhäuft, wenn man das Thema „Die Elektrotechnik in der Industrie“ behandeln will, habe ich nach bestimmten Gesichtspunkten eine Auswahl treffen müssen. Der Hauptgesichtspunkt, nach dem ich dabei vorgegangen bin, war, einmal den Versuch zu machen, die Bedeutung der Elektrotechnik zu skizzieren und dabei besonders auf unsere deutschen Verhältnisse Rücksicht zu nehmen. Eine schärfere Fassung des Themas hätte lauten sollen: „Die elektrische Energie im Aufgabenkreis der deutschen Technik“.

Der Führer hat die Aufgabe der deutschen Technik und damit auch die der Elektrotechnik anlässlich der Reichstagseröffnung in diesem Jahr vorgezeichnet. Er hat dabei ausgeführt, daß wir nunmehr in eine neue Phase unserer nationalen Produktion eintreten und dabei durch

verstärkte Mechanisierung und Elektrisierung danach trachten müssen, diejenigen Arbeitskräfte freizubekommen, die für neue große Aufgaben gebraucht werden. Wir stehen in Deutschland vor dem unter den Industrienationen seltenen Ereignis, daß ein fühlbarer Mangel an Arbeitskräften vorhanden ist. Das bedeutet, daß sich die deutsche Technik heute mehr denn je bemühen muß, aus der geleisteten Arbeitsstunde ein Maximum an Arbeitsleistung zu erhalten. Wir dürfen uns bei dieser Gelegenheit daran erinnern, daß es noch nicht allzu lange her ist, daß man in manchen Kreisen den Wert und die Stellung der Technik vielfach verkannt hat. Man war zum Teil auf dem besten Wege, von der Maschine zum Handwerkszeug zurückzukehren. Nicht aber etwa weil die Technik versagt hätte, sondern weil Krisen aller Art es zum Teil unmöglich gemacht haben, die Segnungen der Technik und ihre Erfolge richtig einzusetzen und auszuwerten.

Wenn wir nun verstärkt in der Richtung arbeiten: „hohe Produktion bei wenig Arbeitsstunden“ und uns überlegen, welche Aufgaben hierbei der Elektrotechnik zufallen, dann wollen wir zunächst einen Blick auf die Energiewirtschaft und den Energiehaushalt werfen. Wir wissen heute, daß die physische Leistungsfähigkeit des Menschen nicht ausreicht, um ein allgemein hohes Lebensniveau zu schaffen. An den Lebensformen primitiver Völker können wir noch heute erkennen, welch eng begrenzte Möglichkeiten in der ausschließlichen Anwendung der menschlichen Arbeitskraft liegen. Untersuchungen über die physische Leistungsfähigkeit des Menschen zeigen, daß hier sehr große Schwankungen möglich sind. Diese Schwankungen erklären sich aus der Verschiedenartigkeit der Arbeitsformen und den individuellen Unterschieden. Um vergleichende Betrachtungen anstellen zu können, kann man wohl die Dauerleistung eines erwachsenen Menschen bei achtstündiger körperlicher Arbeit zu 50 bis 60 W annehmen.

Wir wollen nun diese Leistungsfähigkeit in Vergleich setzen zu den Energiemengen, die uns die Elektrotechnik zur Bereitstellung mechanischer Arbeit liefert. Im Jahre 1937 betrug die gesamte Stromerzeugung in Deutschland 50 Mrd kWh. 75 % der elektrischen Energie wurden dabei in Elektromotoren zum Antrieb von Arbeitsmaschinen in mechanische Arbeit umgewandelt. In der deutschen Industrie sind insgesamt 14 Mill Menschen, zum allergrößten Teil Handarbeiter, beschäftigt, so daß bei einer mittleren jährlichen Arbeitszeit von 2400 h auf jeden Beschäftigten der Industrie eine elektrische Arbeitsleistung von 1,1 kW entfällt. Hieraus geht hervor, daß der Mensch schon allein durch den Einsatz von elektrischer Energie etwa das 20fache seiner eigenen Muskelleistung als Unterstützung erhält, ganz abgesehen davon, daß durch die Automatisierung und die Verfeinerung der Produktionswerkzeuge eine weitere, zum Teil ungeheure Vervielfachung der Schaffenskraft entsteht.

Die Bedeutung der Energiequellen auf unserem Erdball ist von allen Seiten längst erkannt, so daß viele Bewegungen der Wirtschaft und der Politik ihren Ursprung in der Lage und der Bedeutung der Energiequellen in der Welt haben, die ja gleichzeitig mit die Quellen des Wohlstandes sind. Wir wollen zunächst einen kurzen Blick werfen auf die Art der Energiequellen und bei dieser Gelegenheit die Stellung und die Bedeutung der Elektro-

technik skizzieren. Abb. 1 zeigt uns die verschiedenen Arten der Energiequellen und gibt gleichzeitig an, in welchem Ausmaß sie an der Bereitstellung elektrischer Arbeit beteiligt sind. Wir erkennen die überragende Bedeutung, die den festen Brennstoffen Steinkohle und Braunkohle noch zukommt; 75 % der elektrischen Energie werden hieraus gewonnen. Auch die Wasserkräfte liefern schon einen beachtlichen Anteil, der aber früher oder später, da wir unsere Kohlevorräte unbedingt schonen müssen, stärker zum Einsatz kommen wird. Die übrigen Energiequellen sind teilweise zu wenig ergiebig, ihre Ausbeutung zu unwirtschaftlich und zum Teil auch in absehbarer Zeit vielleicht zum Versiegen verdammt.

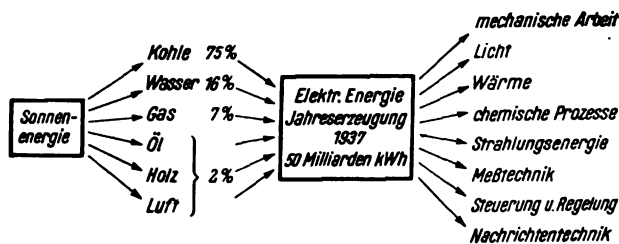


Abb. 1. Elektrizität im Energiehaushalt Deutschlands.

Auf der Seite des Verbrauches elektrischer Energie wollen wir durch eine besondere Betrachtungsweise die Bedeutung der elektrischen Energie in bezug auf die Intensivierung der Arbeit kennenlernen. Wir wollen versuchen, ein Bild zu entwerfen, das zeigt, in welchem Ausmaß die elektrische Energie den Menschen von geringwertiger Arbeit befreit und höherwertigen Arbeiten zuführt.

Ähnlich wie das spezifische Gewicht das Gewicht der Volumeneinheit angibt, so können wir einen neuen Begriff, und zwar den Begriff des spezifischen elektrischen Arbeitsinhaltes, einführen. Wir wollen hierunter diejenige elektrische Arbeit verstehen, die für die Erzeugung einer Gewichtseinheit industrieller Rohstoffe oder Fertigfabrikate notwendig ist. Der Wert für den elektrischen Arbeitsinhalt gibt uns ein anschauliches Bild über die Bedeutung, die der elektrischen Energie bei den verschiedenen Gewinnungs- und Herstellungsverfahren zukommt. Es wäre vielleicht eine dankbare Aufgabe, systematisch die verschiedenen Rohstoffe und Industrieprodukte zu untersuchen und dabei diese Zahlen zu ermitteln. Vergleiche zwischen früher und heute oder zwischen den Werten in den verschiedenen Industrieländern würden hier wohl mancherlei wertvolle Aufschlüsse liefern. Wenn man diese Gedankengänge weiterverfolgt mit dem Ziel, einen Gradmesser für die Bedeutung der Elektrotechnik zu finden, dann wird man zu Überlegungen geführt, die ich Ihnen gerade heute und vor allem auch mit Rücksicht auf unsere deutschen Verhältnisse kurz vortragen will.

Bei jedem Arbeitsprozeß wird neben elektrischer Arbeit stets eine gewisse Menge körperlicher Arbeit aufgewendet werden müssen. Bezeichnen wir die elektrische Arbeit mit W , die körperliche Arbeit mit M und die Summe beider Arbeiten mit G , dann wird das

$$\text{Verhältnis } \frac{W}{W+M} = \frac{W}{G} = F$$

den Faktor der Arbeitserleichterung bzw. der Einsparung an Muskelarbeit darstellen. Bei rein handwerklicher Fertigung unter Ausschaltung jeglicher Energiequellen hat der Faktor den Wert 0, bei völliger Mechanisierung und elektrischem Antrieb, also bei vollständiger Ausschaltung körperlicher Arbeit, den Wert 1. Hiermit wird die Zielsetzung technischen Schaffens zahlenmäßig erfassbar und jeder Fortschritt und jede Verbesserung könnte durch Zahlenwerte zum Ausdruck gebracht werden. Ich bin mir darüber im klaren, daß man Werte verschiedener Produkte nicht ohne weiteres miteinander vergleichen kann, daß man da und dort mit Unsicher-

heiten wird rechnen müssen, und daß eine Kritik aus verschiedenen Richtungen möglich ist. Trotzdem glaube ich, daß der angedeutete Weg zur Klärung mancher Frage beitragen wird. Der Produktionsapparat einer Nation enthält stets die beiden wichtigen Komponenten, die körperliche Schaffenskraft der Werktätigen und die Produktionspotenz der Maschine, die ihren Antrieb den Energiequellen entnimmt. Was liegt hier näher, als diese Komponenten zahlenmäßig zu erfassen und in ihren Auswirkungen festzuhalten. Die Aufschlüsse, die wir hieraus gewinnen können, können uns ein Wegweiser sein an Stellen, wo wir bisher empirisch oder gefühlsmäßig vorgehen mußten. Ich glaube deshalb, daß die eben angedeuteten Überlegungen für den Produktionshaushalt einmal eine ähnliche Bedeutung haben können, wie sie die Selbstkostenkalkulation hat. Ich habe bewußt die vorstehend angegebene Formel vereinfacht und gekürzt, weil ich hier lieber auf die letzte Exaktheit verzichten möchte als auf die Sinnfälligkeit des Ideenganges. Die Verhältnisse liegen in der Tat wesentlich komplizierter.

An Hand verschiedener Untersuchungen und vorliegender Schrifttumsangaben wurde der elektrische Arbeitsinhalt verschiedener industrieller Rohstoffe zusammengestellt. Es zeigt sich dabei (Zahlentafel 1), daß

Zahlentafel 1. Spezifischer elektrischer Arbeitsinhalt einiger Rohstoffe und Fertigerzeugnisse.

	kWh t		kWh t
Aluminium (früher)	33 000	nat. Gummi	1 000
(heute)	20 000	Buna	40 000
Karbid	3 000	Benzin aus Erdöl	12
Futterhefe aus Holz	2 000	Benzin synthetisch	3 000
Elektrolytkupfer	300	fertige Textilfabrikate	
Eisen	100 ... 200	(nat. Faser)	3 800
Zucker	95 ... 145	fertige Textilfabrikate	
Kohle (je t. geförderte)	30	(synthet. Faser)	7 000

besonders bei solchen Stoffen, bei denen die elektrochemischen Arbeitsverfahren bedeutungsvoll sind, sehr hohe Werte des spezifischen elektrischen Arbeitsinhaltes aufkommen. Beispielsweise brauchen wir mehr als 20 000 kWh für die Herstellung einer Tonne Aluminium. Auch bei anderen Rohstoffen, die in großen Mengen gebraucht werden, wie Kohle und Eisen, spielt die elektrische Arbeit eine Rolle. In Zahlentafel 1 rechts sind Produkte verzeichnet, bei denen durch die Umstellung auf synthetische Erzeugung eine bedeutsame Vergrößerung des Einsatzes elektrischer Energie anzutreffen ist. Die drei wichtigsten Produkte dieser Art sind: Buna, synthetisches Benzin und künstliche Spinnfasern.

Mit der wachsenden Anwendung von Maschinen wird der Mensch, auch der Handarbeiter, frei zur Ausbildung höherwertiger Fähigkeiten, für geistige Arbeit, ferner für wissenschaftliche und Forschungsarbeiten. Durch diese Befreiung von körperlicher Arbeit und die Erziehung zur Geistesarbeit tritt eine ungeheure Schulung und eine Hebung des gesamten kulturellen Niveaus ein. Es sind dies indirekte Auswirkungen der Technik und nicht zuletzt der Elektrotechnik, die nur selten eine gerechte Würdigung erfahren haben. Wir stellen ferner fest, daß nicht nur vielfach der Energieinhalt stark angewachsen ist, sondern daß auch durch die Fortschritte der Antriebstechnik eine Steigerung der Leistungsfähigkeit der Arbeitsmaschinen und der Güte der Erzeugnisse eingetreten ist. Mit den Verbesserungen in der Antriebstechnik ist zwangsläufig auch der Aufwand an elektrischem Material gestiegen, ohne daß der spezifische elektrische Arbeitsinhalt zugenommen hätte.

Ich möchte in diesem Zusammenhang rückblickend auf eine Entwicklungslinie hinweisen, die anlässlich der Weltkraftkonferenz 1930 zum erstenmal ausgesprochen wurde. Es ist dies das Grundgesetz unserer Antriebstechnik, das wir als Fundament für die Entwicklung unserer elektrischen Antriebe erkannt haben. Dieses Gesetz sagt aus, daß die Entwicklung des wirtschaftlichen

elektromotorischen Antriebes gekennzeichnet ist durch die Wanderung des Punktes der Umwandlung der elektrischen Energie in die mechanische in Richtung auf die letzte Arbeitswelle im jeweiligen technologischen Arbeitsprozeß in der Regel unter gleichzeitiger Leistungsaufteilung des zentralen Antriebes in eine Anzahl kleinerer Krafteinheiten. Dieses Gesetz wurde geboren aus Überlegungen antriebs-technischer Art. Wir wollen hier nur an einem Beispiel die Auswirkung dieses Gesetzes auf die Elektrotechnik zeigen.

Bei der Entwicklung des Papiermaschinenantriebes (Abb. 2) von der Dampfmaschine bis zum Mehrmotorenantrieb können die einzelnen Phasen klar erkannt werden. Der Übergang vom Einmotorenantrieb zum neuzeitlichen Mehrmotorenantrieb hat zwar etwa eine Verdreifachung des Aufwandes an elektrischem Material gebracht, aber auch eine Steigerung der Güte und der Produktionsmenge. Durch die zielsichere Anwendung des Grundantriebsgesetzes konnte man bei nahezu allen Arbeitsmaschinen das Produktionstempo erheblich steigern und die Güte der Erzeugnisse wesentlich verbessern. Erst die Mehr-

Richtung aufzuzeigen und die Auswirkungen auf die Elektrotechnik und die Verfeinerung und Verbesserung der Fabrikationsverfahren nachzuweisen.

Wir wollen nun an Hand einiger Beispiele das Anwachsen des spezifischen elektrischen Arbeitsinhaltes und die damit verbundene Einsparung an Arbeitskräften

kennenlernen. Bei der Schachtförderung im Bergbau sind Handwinde und Tretrad die ersten Arbeitsmaschinen, die ihren Antrieb der menschlichen Muskelkraft entnehmen (Abb. 3 u. 4). Zwei Mann brachten es bei der Handwinde auf eine Förderleistung von 0,75 t/h, bei einer Schachtleistung von nur 0,015 tkm/h. Nachdem schon in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts dampfangetriebene Fördermaschinen Eingang gefunden hatten, wurde auf der Düsseldorfer Weltausstellung um die Jahrhundertwende die erste größere elektrische Fördermaschine

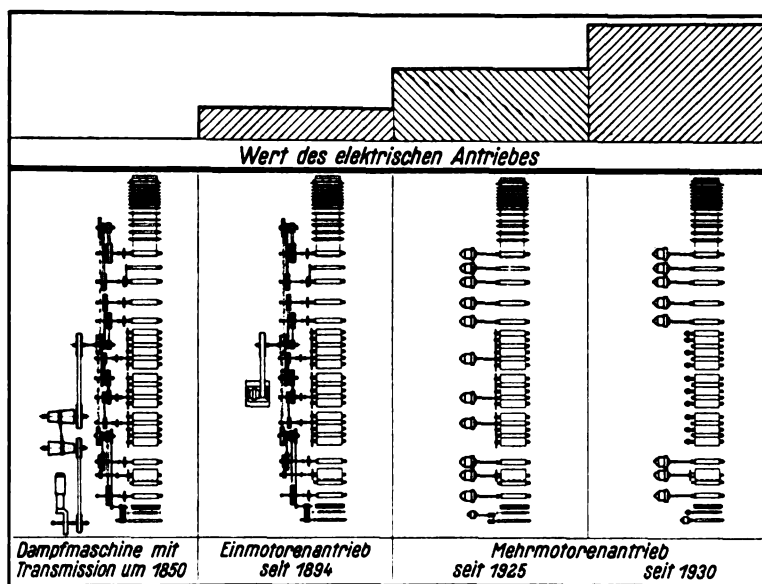


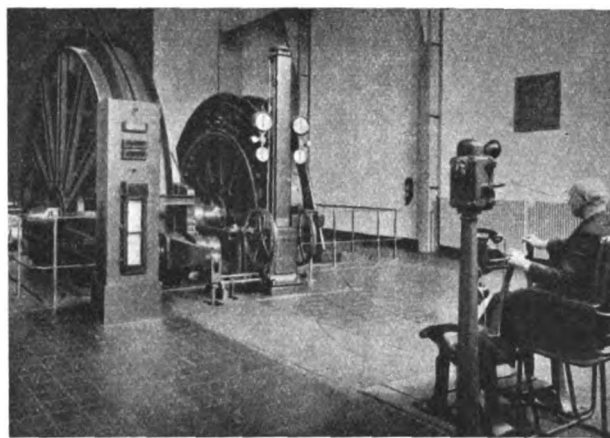
Abb. 2. Entwicklung des Papiermaschinenantriebs.

gezeigt und anschließend auf einer westfälischen Steinkohlenzeche eingebaut. Mit ihr wurde die Entwicklung der bekannten Leonardfördermaschine eingeleitet und schon eine Stundenleistung von 265 t entsprechend einer Schachtleistung von 97 tkm/h erreicht. Hierbei sei erwähnt, daß bei dieser historischen Maschine vor kurzem durch nachträglichen Einbau einer gittergesteuerten Stromrichteranlage erstmalig das Prinzip des ruhenden Leonardumformers für Fördermaschinen angewandt wurde, wodurch der an sich schon hohe Wir-



Betriebszeit der Fördermaschine für 1000 t Fördergut 1300 h
0,75 t Förderleistung je h 0,015 tkm/h Schachtförderleistung

Abb. 3. Förderhaspel mit Handantrieb (15. Jahrh.), etwa 0,2 kW.



Betriebszeit der Fördermaschine für 1000 t Fördergut 1,9 h
525 t Förderleistung je h 315 tkm/h Schachtförderleistung

Abb. 4. Gleichstromfördermotor (2200 kW).

motorenantriebe führen zu Steuerungen und Eingriffsmöglichkeiten in den Produktionsgang, die uns letzte Feinheiten erschließen. Es ist bezeichnend, daß Papierfabriken bei der Werbung darauf hinweisen, daß das Papier auf einer Maschine mit elektrischem Mehrmotorenantrieb hergestellt wurde. Es wäre leicht, bei allen Industriezweigen die Entwicklung der Antriebstechnik in der hier angedeuteten

kungsgrad noch nennenswert gesteigert werden konnte. Den Höhepunkt in der Entwicklungslinie stellt heute die Gefäßförderung dar, mit der bei Antriebsleistungen bis zu 4000 kW stündliche Förderleistungen von 540 t entsprechend einer Schachtleistung von 650 tkm/h erreicht werden können und gleichzeitig das Bedienungspersonal auf ein Minimum beschränkt wird.

Im Betrieb unter Tag ist die eigentliche Mechanisierung der Arbeits- und Gewinnungsvorgänge im wesentlichen erst den letzten Jahrzehnten vorbehalten gewesen. Während im Grubenbetrieb zunächst der Druckluftantrieb vorherrschte, hat in den letzten Jahren mit zunehmender Steigerung der Maschinenleistungen der elektrische Antrieb auch hier begonnen, sich das Feld zu erobern. Die elektrische Beleuchtung war hier der Schrittmacher.

Ein besonders sinnfälliges Beispiel für die Mechanisierung des Bergbaus zeigt der Braunkohlenbergbau

ausgerüstet wurde (Abb. 7). Diese Anlage, die im Rheinland aufgestellt wurde, ist die größte Breitband-Walzenstraße in Europa, bei der man bisher die Vorteile steuerbarer Stromrichter angewandt hat.

Auch die chemische Industrie stellt einen besonderen Großverbraucher elektrischer Energie dar. Es ist naheliegend, daß auch hier besonders große Maschinenleistungen zu finden sind. In erster Linie sind es Aufgaben der chemischen Industrie gewesen, die befruchtend und fördernd auf den Bau großer Drehstrommotoren, be-



10 000 Arbeitsstunden je 1000 t Brikett, aufgewendete elektrische Energie 0 kWh

Abb. 5. Braunkohlen-Trichterabbau (bis etwa 1890).



1300 Arbeitsstunden je 1000 t Brikett, aufgewendete elektrische Energie 68 000 kWh

Abb. 6. Neuzeitlicher Braunkohlen-Großtagebau.

(Abb. 5 u. 6). Wir finden hier das Extrem der Ausschaltung menschlicher Arbeitskraft. Während noch vor 50 Jahren im Trichterbau mit mühseligem Handbetrieb gearbeitet wurde, brachte schon der Löffelbagger wertvolle Fortschritte. Heute finden wir in den Braunkohlengruben Giganten des Maschinenbaus und der Elektrotechnik, die in einem ungeheuren Tempo die Beseitigung des Abraums und die Förderung der Kohle bewerkstelligen. Ein Verbundbagger mit Abraum-Förderbrücke erzielt Leistungen bis zu 5000 t/h, eine Leistung, die nur bei Anwendung des elektrischen Antriebs möglich ist. Wir kommen hier schon auf Anschlußleistungen von mehr als 5000 kW, wobei allein die Abraumlokomotive mit Leistungen bis zu 1000 kW ausgerüstet wurde. Der Braunkohlentagebau ist auch in der Kölner Gegend zu Hause, und wir können daher in unserer aller-nächsten Umgebung derartige Zeugen (Abb. 6) technischer Leistungsfähigkeit finden, die eine Intensivierung der menschlichen Arbeit in einem ungeheuren Ausmaß gebracht haben.

In der Hüttenindustrie treffen wir Leistungseinheiten von besonders großen Ausmaßen. Für den Betrieb eines Umkehrwalzwerkes wurde beispielsweise ein Gleichstrommotor gebaut, der bei einem Drehmoment von 300 mt eine Leistung von 32 400 kW abgeben kann. Eine vollkommen neuartige Lösung der Antriebsfrage für fortlaufend arbeitende Straßen stellt der Einzelantrieb einer aus sechs Gerüsten bestehenden Fertigstaffel einer Breitbandstraße dar, die bei einer Gesamt-Motordauerleistung von 13 000 kW erstmalig mit gittergesteuerten Stromrichtern

sonders Kurzschlußläufermotoren, gewirkt haben. Die Hochdrucksynthese und Kohlehydrierung arbeiten mit hohen Drücken bei sehr großen Gasmengen, wodurch gewaltige Kompressorleistungen und damit große langsam laufende Motoreinheiten gebraucht werden. Im Jahre 1935 war man bei langsam laufenden Motoren bei einer Leistungseinheit von 1500 kW angekommen (Abb. 8).

Heute beträgt die Leistungseinheit beim Langsamläufer bereits mehr als 6000 kW, bei Schnellläufern mehr als 5000 kW. Diese Entwicklungslinie ist auch insofern aufschlußreich, als sie zeigt, daß mit dem Einsetzen des Vierjahresplanes eine sprunghafte Steigerung der Leistungseinheiten eintritt. Ein Synchronmotor für 6200 kW bei nur 94 U/min stellt heute eine Spitzenleistung im Bau von Kompressormotoren dar. Abb. 9 vermittelt den Eindruck einer

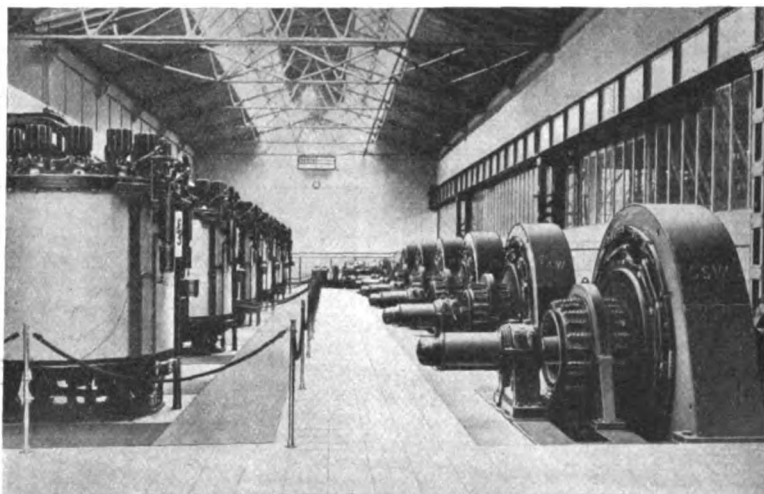


Abb. 7. Breitbandfertigstraße; 6 gittergesteuerte Stromrichter je 2400 kW, 800 V.

Hochdruckverdichteranlage eines Hydrierwerkes, in dem eine große Anzahl Motoren großer Leistung aufgestellt wurde.

An vielen Stellen der Elektrotechnik kann man erfreulicherweise schon eine Entwicklung vom Komplizierten zum Einfachen erkennen. So führte zum Beispiel der Weg zum Kurzschlußläufer über den Schleifringläufer und viele andere komplizierte Bauformen. Heute hat sich der Kurzschlußläufer als einfachster und billigster Motor mit höchster Betriebssicherheit für normale Antriebe fast auf der ganzen Linie durchgesetzt.

Wenn wir auf dem Gebiet der Antriebstechnik mit ihrer Tendenz zur feinsten Verästelung des elektrischen Triebwerks das Erreichte kritisch betrachten, dann können

wir mit einer gewissen Befriedigung feststellen, daß trotz der stürmischen Entwicklung der letzten Jahre an keiner Stelle über das Ziel hinausgeschossen wurde. Wo auch die Elektrotechnik Fuß gefaßt hat — überall hat sie sich rasch ausgebreitet und von benachbarten Gebieten Besitz ergriffen. Wir können feststellen, daß eine Rückwärtsentwicklung im allgemeinen nie vorgekommen ist. Dies ist

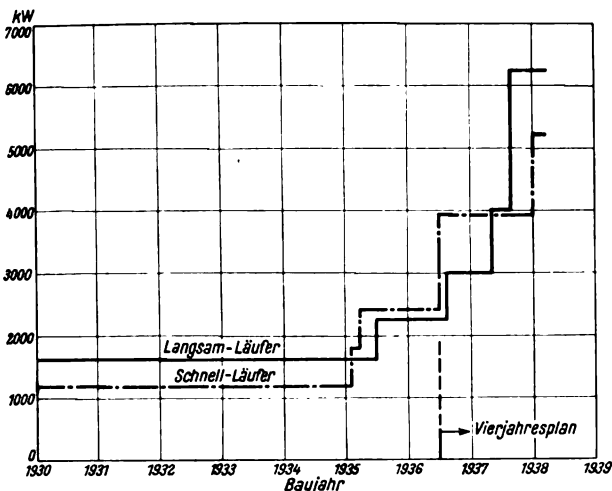


Abb. 8. Elektrische Kolben- und Turboverdichter-Antriebe in Deutschland. Größte Leistungseinheiten 1930 bis 1938.

wohl ein eindeutiger Beweis für die Richtigkeit des Grundgesetzes unserer Antriebstechnik und ein Zeichen, daß die Planung elektrischer Einrichtungen mit hoher Genauigkeit und Treffsicherheit möglich ist.

Die chemische Industrie, die an die Antriebstechnik große Forderungen stellt, ist auch ein bedeutsamer Großverbraucher elektrischer Energie auch für elektrochemische

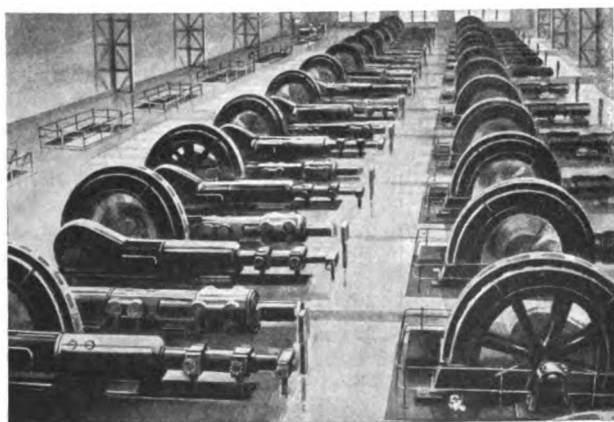


Abb. 9. Hochdruckverdichteranlage in einem Hydrierwerk.

und Elektrowärme-Aufgaben. Wir haben früher bei der Betrachtung der Antriebstechnik festgestellt, daß hier die Tendenz vorherrscht, den Weg vom Elektromotor bis zum technologischen Arbeitseinsatz möglichst kurz zu halten. Einen weiteren Schritt im Sinne dieser Entwicklungstendenz stellt die Elektrolyse dar, bei der durch die Wandlung der elektrischen Energie in chemische eine Aufspaltung und Umwandlung der Moleküle erfolgt. Als letztes Glied dieser Kette wäre die Atomzertrümmerung zu nennen, die später noch kurz gestreift werden soll.

Für die Schmelzflußelektrolyse von Aluminium sind in Deutschland bereits Einzelanlagen erstellt worden, die mit Stromstärken bis zu 200 000 A bei Spannungen bis zu 800 V arbeiten. Für die Bereitstellung des Gleichstromes für Elektrolysebetriebe sind riesige Umformereinheiten nötig. Man hat in neuerer Zeit für diese Aufgabe in erster

Linie Stromrichter mit Gittersteuerung herangezogen. Durch verschiedene Verbesserungen ist im Laufe der Zeit der spezifische elektrische Arbeitsinhalt je Tonne Aluminium von 33 000 kWh auf 22 000 kWh zurückgegangen. Die Bedeutung der Schmelzflußelektrolyse ermessen wir am besten, wenn wir feststellen, daß beispielsweise der Weltverbrauch schon im Jahre 1935 11 Mrd. kWh betragen hat. Inzwischen ist noch eine gewaltige Steigerung eingetreten. Die Elektrolyse ist ganz allgemein bei der Herstellung von Metallen wichtig und bedeutungsvoll. Verschiedene Metalle werden ausschließlich elektrolytisch

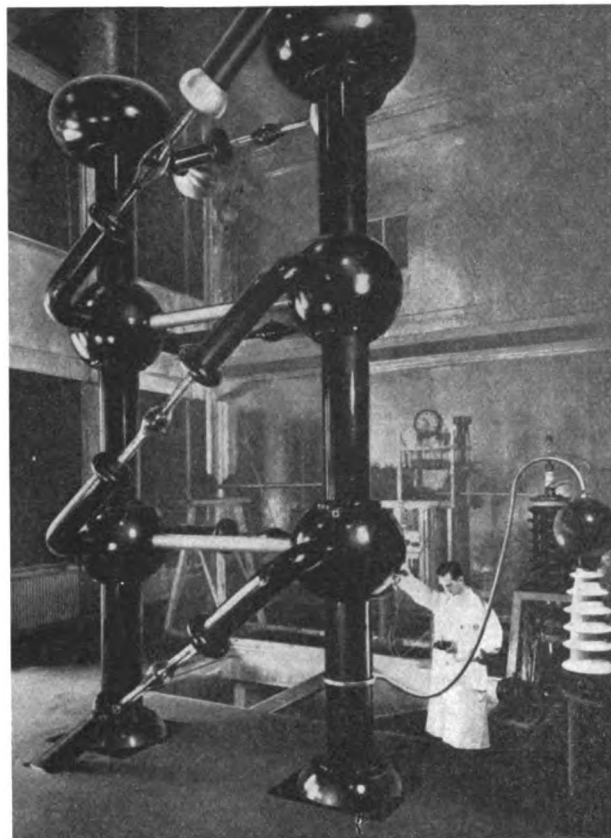


Abb. 10. Hochspannungsanlage für Atomumwandlungsversuche.

raffiniert; bei anderen Metallen wird Elektrolyse nur dann angewendet, wenn sehr hohe Güteansprüche gestellt werden.

In den Forschungsstätten der Industrie und der Hochschulen wird heute betont auf dem Gebiete der Atomzertrümmerung gearbeitet, das von der Elektrotechnik insofern Gebrauch macht, als diese hierzu Stromquellen mit extremen Spannungswerten bereitstellen muß (Abb. 10), um in die Urbausteine unserer Materie eindringen zu können. Die bei den Kernreaktionen freiwerdenden Energien sind mehrere millionenmal größer als die bei gewöhnlichen chemischen Reaktionen. Sobald es daher einmal gelingt, Kernreaktionen mit genügender Häufigkeit künstlich hervorzurufen, ständen praktisch unbegrenzte Energiemengen zur Verfügung. Die Ergebnisse dieser Entwicklungsarbeiten können also vielleicht einmal berufen sein, unseren Energiehaushalt, in dem zur Zeit leider der Raubbau vorherrschen muß, nach neuen und großen Gesichtspunkten zu ordnen. Gleichzeitig wird vielleicht auch die künstliche Herstellung wertvoller Elemente einmal möglich gemacht werden. Es muß hier aber leider nachdrücklich gesagt werden, daß die künstlichen Kernreaktionen noch sehr seltene Ereignisse sind, so daß die zu ihrer Hervorrufung notwendige Energie noch wesentlich größer ist als die dabei freiwerdende. Unsere Lage scheint hier vergleichbar mit derjenigen eines Chemikers,

dem zur Herbeiführung einer wirtschaftlich ausnutzbaren Reaktion noch der notwendige Katalysator fehlt. Die Atomzertrümmerung ist heute für die Elektrotechnik praktisch noch ohne Bedeutung; sie ist jedoch das letzte Glied einer Kette in der früher angedeuteten Entwicklungsreihe, weshalb ich nicht verzichten wollte, auch dieses Gebiet in den Kreis unserer Betrachtungen mit einzubeziehen.

Noch auf einem weiteren Gebiet begegnen wir hochwertiger Elektrotechnik, und zwar bei der Erzeugung hoher Temperaturen. Die Temperaturzone über 2000° ist neben einzelnen chemischen exothermischen Reaktionen vornehmlich dem elektrischen Lichtbogen vorbehalten.

Besonders große Leistungen und Stromstärken werden zum Betrieb der Karbidöfen gebraucht. Der elektrische Strom dient hier in erster Linie Heizzwecken, wobei für die Erzeugung einer Tonne Karbid 2800 bis 3500 kWh aufzuwenden sind. Bereits vor dem Krieg wurden hier Transformatorenleistungen mit 12 000 kVA bei 50 000 A eingesetzt. Heute ist man bereits bei Transformatoren mit Stromstärken von 270 000 A bei Spannungen bis 55 V angelangt.

Die Elektrowärme bildet den Markstein für den Anbruch der jüngsten Periode elektrotechnischer Entwicklung. Die Anfänge der industriellen Anwendung der Elektrowärme reichen weit zurück. 1879 baute William Siemens den ersten Elektrostahlofen. Noch 30 Jahre später finden wir in Deutschland nur etwa 25 Lichtbogen- und größere Industrieöfen in Betrieb. Im Jahre 1930 sind die ersten Ansätze zu einem großen Aufschwung in der Elektrowärme zu verzeichnen. Im Jahre 1933 wurden in Deutschland bereits 1,30 Mrd kWh für Elektrowärme gebraucht. Die folgenden Jahre bringen eine sprunghafte Steigerung in der Anwendung und Nutzbarmachung der großen Vorzüge der Elektrowärme. Nach zuverlässigen Schätzungen wurden im Jahre 1937 bereits 8 Mrd kWh, also etwa ein Sechstel der gesamten in Deutschland erzeugten elektrischen Energie, in Elektrowärme umgesetzt. Dieser große Aufschwung hängt natürlich mit dem gesamten Aufblühen der deutschen Industrie und nicht zuletzt mit den großen Aufgaben des Vierjahresplanes zusammen.

Die Elektrowärme hat eine Reihe grundlegender Vorzüge aufzuweisen, so daß sich ihr technischer Einsatz an vielen Stellen rechtfertigt, trotzdem man oft mit wesentlich höheren Energiekosten als bei Verwendung anderer Wärmequellen zu rechnen hat. Elektrowärme ist dosierbar und regelbar wie kaum ein anderer Wärmestrom. Die vorgeschriebene Temperatur kann mit größter Genauigkeit eingehalten werden, wir können Elektrowärme leicht messen und sind frei in der Wahl der Ofenatmosphäre. Ein überragender Vorzug besteht ferner darin, daß wir die Elektrowärme genau an der Stelle einsetzen können, wo sie gebraucht wird, wir erreichen eine außerordentlich zielsichere Lenkung der Wärmeenergie.

Bei den ältesten Anwendungen der Elektrowärme finden wir vielfach indirekt beheizte Öfen (Abb. 11), bei denen große Räume und große Mengen erhitzt werden müssen. Die direkte Beheizung stellt bereits eine höhere Stufe dar, wir finden diese im Lichtbogenofen, im Hochfrequenzschmelzofen und in einer Vielzahl anderer Ofenkonstruktionen, bei denen das zu erwärmende Gut direkt vom Strom durchflossen wird; auch die Stumpfschweißung gehört zu dieser Gruppe. Auf Abb. 11, die drei verschiedene Formen in der Anwendung der Elektrowärme zeigt, finden wir als letzte Entwicklungsstufe die Hochfrequenzbehandlung angegeben. Zum Beispiel bei Trocknungsprozessen treffen wir die Aufgabe, die im Material eingebetteten kleinsten Flüssigkeitsteilchen zu verdampfen und damit zu entfernen. Es müssen hier kleinste Stoffelemente in kurzer Zeit stark erwärmt werden. Für diese Zwecke kann man die Hochfrequenztechnik einsetzen. Man muß das zu trocknende Gut dem Hochfrequenzfeld aussetzen, das grundsätzlich die Möglichkeit gibt, die Wärmeerzeugung auf die kleinsten Flüssigkeitselemente zu konzentrieren.

Bei diesem jüngsten Zweig der Elektrowärme lassen sich heute die technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten noch nicht alle klar erkennen. Ich wollte jedoch auf diese höchste Entwicklungsstufe der Anwendung der Elektrowärme hinweisen, weil hier die höchsten Anforderungen an die Dosierbarkeit und die zielsichere Lenkung des Wärmestromes gestellt werden.

Bevor wir das Gebiet der Elektrowärme verlassen, wollen wir auch auf das Gebiet extrem tiefer Temperaturen einen Blick werfen. Die neueren Arbeiten in dieser Richtung haben uns bis auf einige tausendstel Grad an den absoluten Nullpunkt herangeführt. Einstweilen gelingt dies nur mit kleinen Mengen bestimmter Stoffe. Man hat wenige Grade oberhalb des absoluten Nullpunktes die Supraleitung als überraschende und auch heute noch nicht ganz befriedigend geklärte Erscheinung gefunden. Es muß mit der Möglichkeit gerechnet werden, daß uns bei weiterer Temperaturerniedrigung noch weitere Überraschungen er-

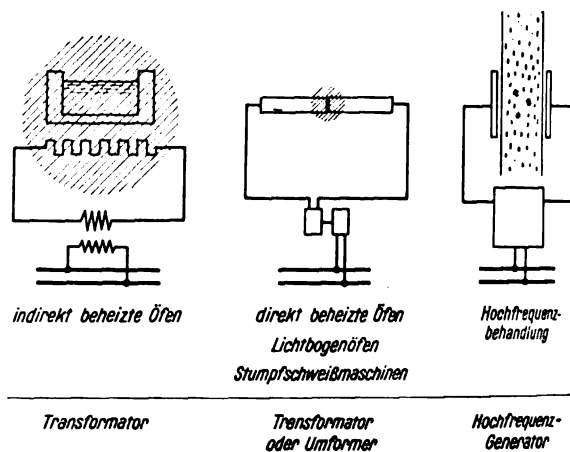


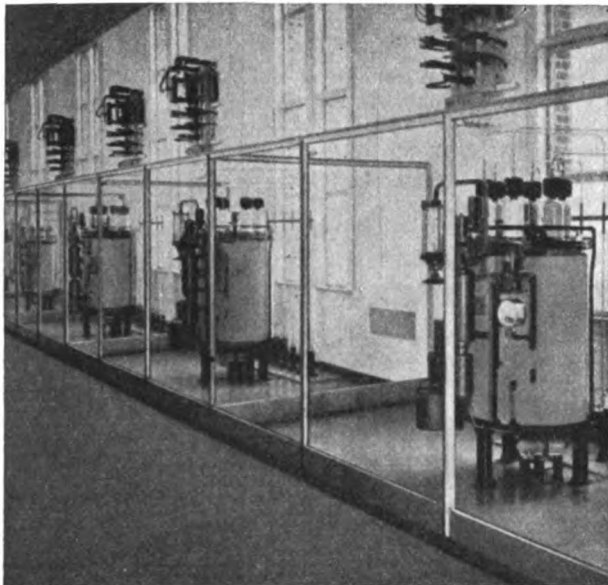
Abb. 11. Bereitstellung von Elektrowärme.

warten. Man könnte meinen, daß diese letzten tausendstel Grad kaum etwas Neues bringen können. Daß ein solcher Schluß aber voreilig sein würde, erkennt man durch Vergleich mit der Geschichte des Hochvakuum. Auch hier ist erst durch die Erniedrigung des Druckes auf extrem kleine Werte die Entwicklung der heutigen Elektronenröhre möglich geworden. Wir wollen hierbei beachten, daß das Eindringen in dieses Temperaturgebiet in der Nähe des absoluten Nullpunktes nur durch die Ausnutzung einer elektromagnetischen Arbeitsleistung möglich gewesen ist. Dabei erscheint es keineswegs ausgeschlossen, daß sich im Laufe der Zeit auch im Gebiet tiefster Temperaturen noch neue technische Möglichkeiten ergeben werden und daß sich hier auch für die Industrie und damit für die Elektrotechnik ein neues Anwendungsgebiet erschließt.

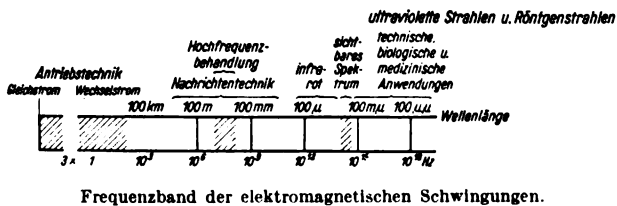
In der Geschichte der Elektrotechnik wird zweifellos als erste Epoche die Erfindung und Ausgestaltung der elektrischen Beleuchtung verzeichnet. Der Schrittmacher für die elektrische Beleuchtung war die Bogenlampe. Wegen ihrer hohen Lichtleistung wurde sie schon bald zur Beleuchtung von Straßen und Werkhallen eingesetzt. Bei der späteren Entwicklung der Beleuchtungstechnik ist eine Analogie zur Antriebstechnik erkennbar. Ähnlich wie der zentrale Antrieb in kleine Antriebe aufgeteilt wird, die mit der letzten Arbeitswelle verbunden sind, so wird häufig die zentrale Lichtquelle hoher Leistung durch zahlreiche Einzelleuchten ersetzt, die jedem Arbeitsplatz zugeordnet werden und das zu bearbeitende Werkstück beleuchten. Es war hierzu notwendig, wirtschaftliche Lichtquellen kleiner Leistung zu entwickeln.

Die großen Fortschritte in dieser Richtung gehen aus einer Gegenüberstellung der Goebellampe aus dem Jahre 1854 mit der Natriumdampflampe hervor. Gegen-

über der Goebellampe zeigt die Natriumdampf Lampe eine Steigerung der Lichtausbeute um das 59fache. Dieselben Lichtenergien, die wir heute beim Natriumdampflicht aus 1 t Kohle erzeugen können, hätten früher den Verbrauch von annähernd 60 t Kohle notwendig gemacht. Bei der



Hochspannungs-Stromrichter 6,5 und 12 kV.



Frequenzband der elektromagnetischen Schwingungen.

Abb. 12.

ungeheuren Bedeutung, die die elektrische Beleuchtung hat, können wir leicht ermitteln, welche Ersparnis an wertvollen Bodenschätzen durch Wirkungsgradsteigerungen errungen werden können.

Die Entwicklung in der Richtung: „mehr Licht bei weniger Strom“ ist noch lange nicht abgeschlossen. Unsere Physiker sind unaufhörlich bestrebt, einen möglichst hohen Anteil der Strahlungsenergie in das Gebiet des sichtbaren Spektrums zu rücken und die hier nutzlosen Wärmestrahlen einzuschränken. Neben den Arbeiten, die eine höhere Lichtausbeute zum Ziel haben, laufen andere Arbeiten parallel, die nach einer Qualitätsverbesserung unseres Lichtes streben, das heißt wir versuchen, die Zusammensetzung des künstlichen Lichtes der Farbe des natürlichen Lichtes anzugleichen.

Während man bei der Metalldrahtlampe die Lichtstrahlen dadurch erzeugt, daß man den Leuchtkörper auf hohe Temperatur erhitzt, ist man bei den sehr viel wirtschaftlicheren Lichtquellen wie der Quecksilberdampf- und der Natriumdampf Lampe auf die Lichterzeugung in Gasen und Metalldämpfen übergegangen. Ich möchte in diesem Zusammenhang auf die grundlegenden Entwicklungsarbeiten auf dem Gebiet der Leuchtstoffe (Luminophore) hinweisen. Während hier heute noch die Physiker sich damit beschäftigen, die Erkenntnisse zu vertiefen, um eine Deutung der verschiedenen Vorgänge zu finden, ist es durchaus möglich, daß schon morgen der Ingenieur wichtige Nutz anwendungen zieht und durch Schaffung geeigneter Leuchtstoffe eine wesentlich weitere Vervollkommenung der Lichttechnik erreicht.

Es soll nun versucht werden, eine Antwort auf die Frage zu geben, weshalb die Elektrotechnik diese ungeheure Bedeutung bekommen hat und welche Eigenschaften die elektrische Energie befähigen, diese enormen Erfolge zu erringen und zu erweitern.

Ein entscheidender Vorzug der elektrischen Energie ist die Wandelbarkeit in ihrer eigenen Erscheinungsform. Wir sind in der Lage, die pulsierende Wechselstromleistung in einen konstanten Gleichstromfluß zu wandeln und umgekehrt, oder aus unseren normalen Übertragungsfrequenzen von 50 Hz extrem hohe Schwingungen abzuleiten, oder auch aus Energie mit mäßiger Spannung solche mit extremen Spannungswerten zu erzeugen. Wir wollen in einem Frequenzband (Abb. 12) diejenigen Frequenzgebiete markieren, in denen wir bedeutenden Nutzenanwendungen begegnen. Der Einsatz elektrischer Energie in der Starkstromtechnik erfolgt in der Hauptsache bei Frequenzen von 0 bis 60 Hz. Höheren Frequenzen begegnen wir bei rasch laufenden Spindeln oder bei Werkzeugen, die nur bei sehr hohen Umlaufzahlen wirtschaftlich betrieben werden können. Jedoch geht man auch hier im allgemeinen nicht über einige hundert Hertz hinaus.

Dem Gebiet der noch höheren Frequenzen fallen jedoch ebenfalls wichtige technische Aufgaben zu. Bei wachsender Frequenz durchlaufen wir zunächst das Gebiet des Rundfunks, das mit Wellenlängen von 10 km bis herunter zu 10 m arbeitet. Es ist dies gleichzeitig das Gebiet, das der gesamten Nachrichtentechnik dient. Anschließend kommen wir auf ein Frequenzband, in dem wir biologische und medizinische Nutzenanwendungen treffen. Wichtig ist hier auch eine technische Anwendung, die

Hochfrequenzbehandlung, die bereits kurz besprochen wurde. Bei noch höheren Schwingungen geraten wir in die Zone der Wärme- und Lichtstrahlen, um bei extrem hohen Frequenzen die Röntgenstrahlen zu erreichen, die nicht nur in der Medizin, sondern auch in der Technik zu großer Bedeutung gelangt sind. Die verschiedensten Frequenzgebiete werden zu bedeutungsvollen Nutzenanwendungen herangezogen, so daß wir auf die stets wiederkehrende Aufgabe treffen, Maschinen und Apparate zu entwickeln, die eine Wandlung der Frequenz gestatten. In diesem Aufgabenkreis haben die

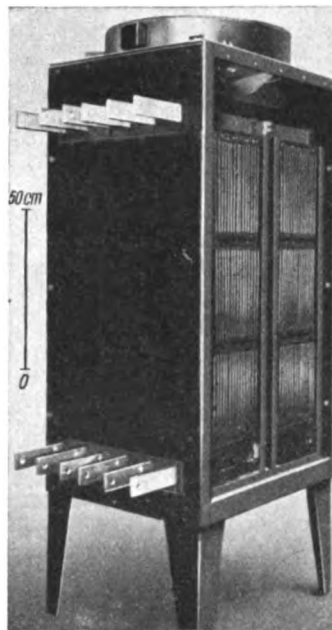


Abb. 13. Kupferoxydul-Gleichrichter 8 V, 2500 A.

gittergesteuerten Stromrichter bereits ein weites Anwendungsfeld für sich in Anspruch genommen. Die mannigfaltigsten technischen Aufgaben, vor allem besonders schwierige Probleme, werden durch Stromrichter gelöst. Abb. 12 zeigt Hochspannungsstromrichter, die heute für Gleichspannungen bis 20 kV gebaut werden.

Besonders interessant ist die Energiewandlung von Wechsel- in Gleichstrom beim Trockengleichrichter (Abb. 13). Wir treffen hier auf die Erscheinung der Elektronenbewegung im Halbleiter, die bisher nur in Trockengleichrichtern und Sperrschichtphotozellen zu Nutzenanwendungen führen konnte. Die physikalische Klärung der Vorgänge, die sich hier abspielen, ist noch nicht einwandfrei gelungen. Es ist jedoch zu erwarten, daß die

weitere Erforschung des Verhaltens von Elektronen in Isolatoren und Halbleitern neue Möglichkeiten der Anwendung ergeben wird.

Neben dieser Wandelbarkeit der eigenen Erscheinungsformen ist die elektrische Energie wie keine andere berufen, auch in andere Energiearten, sei es Licht, Wärme, chemische Energie, Strahlungsenergie und dergleichen, umgesetzt zu werden. Wir wollen ein derartiges Gebiet, und zwar die Umwandlung elektrischer Energie in mechanische Schwingungen, kurz streifen. Im Frequenzband begegnen wir bei mäßigen Frequenzen, wie sie in Starkstromnetzen üblich sind, schwingenden Maschinen aller Art (vgl. Abb. 14). Wenn auch heute hier

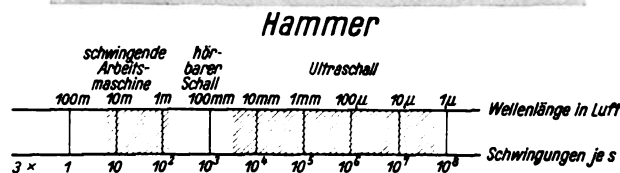
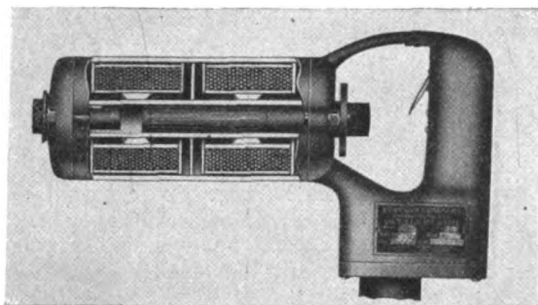


Abb. 14. Frequenzband der elektromechanischen Schwingungen. (Hörbarer Schall: etwa 20 bis 20 000 Hz.)

noch viele Entwicklungsarbeiten zu leisten sind, so kann man doch schon mit Sicherheit sagen, daß an vielen Stellen, wo wir uns zur Zeit mit umlaufenden Motoren und Zwischengetrieben behelfen, man eines Tages die schwingende Maschine einsetzen wird, die einen kürzeren Kraftweg zwischen Energiewandler und Einsatz ermöglicht. Bei höheren Frequenzen bewegen wir uns im Gebiet des hörbaren Schalls, um bei Frequenzen von rd. 30 000 Hz aufwärts das Gebiet des Ultraschalls zu erreichen. Eine Betrachtung dieses Gebietes zeigt uns, daß nur selten eine physikalische Erscheinung innerhalb eines Zeitraumes von nur wenigen Jahren so vielgestaltige Einsatzmöglichkeiten erkennen ließ. Ultraschall kann die verschiedenen physikalischen und chemischen Arbeitsprozesse beeinflussen und zum Teil völlig neue Wirkungen auslösen. Die interessanten Forschungsarbeiten, die auf dem Gebiete des Ultraschalls heute in der Durchführung begriffen sind, werden uns neben den bekannten Einsatzmöglichkeiten, wie zum Beispiel der Echolotung, sicherlich noch manche wertvolle Nutzenanwendung bringen und die Möglichkeiten des elektrotechnischen Schaffens erweitern.

Ein anderer wichtiger Vorzug der elektrischen Energie ist die hohe Sicherheit, mit der sie dem Verbraucher geliefert wird, und die stete Betriebsbereitschaft, die durch die Anwendung elektrischer Geräte erzielt wird. Die Leistungskapazität industrieller Anlagen ist auch heute noch dauernd im Ansteigen begriffen. Parallel mit dieser Leistungssteigerung geht der Zusammenschluß der Kraftwerke und Übertragungsleitungen zu einem engmaschigen Versorgungsnetz mit riesigen Leistungskapazitäten, das den großen Vorteil hat, daß ein ständiger Energieausgleich zwischen den Stellen des Mangels und des Überschusses herbeigeführt werden kann. Diese Entwicklung hat zu großen und schwierigen Problemen geführt. Es mußten Netzgebilde gefunden werden, die auch den Gefahren im Störfall gewachsen sind. Es war notwendig, Schaltgeräte zu entwickeln, die in der

Lage sind, größte Energieflüsse schnell und sicher zu unterbrechen. Die Vorgänge, die sich bei der Störung des Gleichgewichtszustandes elektrischer Kreise abspielen, vollziehen sich ungeheuer schnell. Es war deshalb überaus schwierig, das Wesen dieser Ausgleichsvorgänge zu erkennen und hieraus die Nutzenanwendungen zu ziehen.

Die Elektrotechnik bringt uns jedoch nicht nur ungeheuer schnelle Vorgänge, sie liefert uns gleichzeitig auch die Hilfsmittel und Apparate, die uns in die Lage versetzen, diese Vorgänge aufzuklären. Lange Zeit hindurch mußte man sich mit dem Schleifenoszillographen begnügen, der infolge seiner mechanischen Trägheit nur solche Zeitvorgänge erfassen kann, die sich etwa im Verlaufe einer tausendstel Sekunde abspielen. Erst der Kathodenstrahl-Oszillograph brachte das Werkzeug, um auch noch schneller verlaufende Vorgänge klar und übersichtlich aufzuzeichnen. Er ist das Hilfsmittel, das unsere Erkenntnisse über Vorgänge beim Schalten großer Leistungen weiter vertieft und ausgebaut hat. Wir haben mit diesem Werkzeug die Forschung bei extrem schnellen Vorgängen vorwärtstreiben können, und unsere gesamte Schalttechnik konnte hieraus Nutzen ziehen.

Bei der Entwicklung dieses Gerätes kommen Herrn Prof. Rogowski, der heute zum Ehrenmitglied ernannt wurde, besondere Verdienste zu.

Der grundlegende Wandel im Hochspannungsschaltbau, der sich durch den Übergang auf ölfreie und ölarmer Schaltgeräte vollzogen hat, hat zahlreiche neue Probleme aufgeworfen, für deren Klärung der Schleifen- und Kathodenstrahl-Oszillograph wertvolle Dienste leisten konnten. Die Entwicklung in Richtung ölfreier und ölarmer Schaltgeräte und Schaltanlagen brachte eine Steigerung der Betriebssicherheit. Diese Entwicklung hat das Ge-



Innenraum-Expansionsschalter
600 A, 1000 MVA

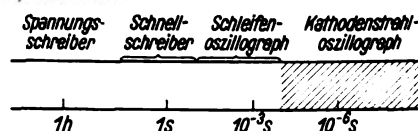
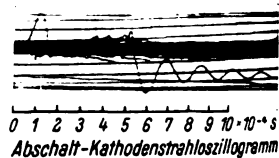


Abb. 15. Aufzeichnung und Messung schnell verlaufender elektrischer Vorgänge.

sicht und den Aufbau der gesamten Schalt- und Verteilungstechnik in der Industrie grundlegend gewandelt (Abb. 15).

Bei der Netzausbildung kann man feststellen, daß an vielen Stellen das Strahlennetz oder das Ringnetz vom Maschennetz abgelöst wird. Das Maschennetz, das heute sowohl bei der Energieverteilung öffentlicher Elektrizitätswerke wie auch in der Industrie eine große Rolle spielt, hat den Vorzug, daß es nicht nur eine hohe Sicherheit in der Energielieferung bietet, sondern daß auch die Energieübertragung mit kleinsten Verlusten erfolgt, daß eine hohe Spannungstabilität erreicht wird und daß wir Leitungsmaterial, also Rohstoffe einsparen. Das Wesen des

Maschennetzes (Abb. 16) besteht letzten Endes mit darin, daß der Weg von der Hochspannung bis zum Verbraucher möglichst kurz gemacht wird. Durch die Vermaschung führen viele Wege vom Hochspannungstransformator zum Abnehmer, und der Strom sucht sich selbsttätig den Weg des geringsten Widerstandes. Bei der Ausgestaltung der Maschennetze wurde von den selektiven Schaltgeräten unserer hochentwickelten Schutztechnik Gebrauch gemacht. Beim Maschennetz werden mehr als bei anderen

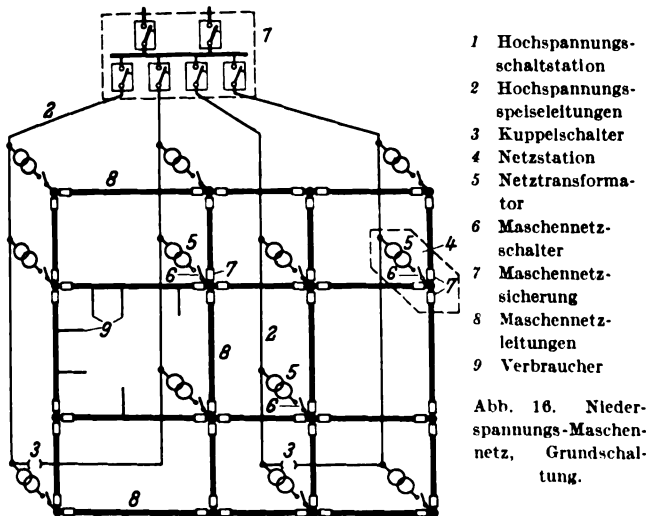


Abb. 16. Niederspannungs-Maschennetz, Grundschaltung.

Netzsystemen Schalter und Sicherungen mit genauen Auslösekennlinien gebraucht, da man die Vorteile, die durch die Vermaschung entstehen, nur dann voll ausnutzen kann, wenn man für das selektive Abtrennen der gestörten Netzteile sorgt.

Das Problem des Energietransportes wurde erst durch die Elektrotechnik befriedigend gelöst. Da die Energiequellen und die Zentren des Verbrauches vielfach weit auseinanderliegen, muß jeweils eine Energieform gewählt werden, die sich leicht fortleiten läßt. Die Elektrizität erfüllt hier praktisch alle Wünsche, und durch die Entwicklungsarbeiten auf dem Gebiet der Höchstspannungsübertragungen werden viele Energieprojekte gelöst werden können.

Die ungeheure Schnelligkeit, mit der sich elektrische Zustandsänderungen auswirken, bietet aber nicht nur Schwierigkeiten, sondern bringt auch überragende Vorteile. Es lassen sich mit Hilfe der elektrischen Energie alle Impulse praktisch trägheitsfrei übertragen. Auf allen Gebieten der industriellen Fertigung finden wir als gemeinsames Kennzeichen ein Anwachsen der Arbeitsgeschwindigkeit und damit eine Steigerung des Produktions tempos. Es ist deshalb naheliegend, daß zahlreiche Steuerungsaufgaben, die man früher handwerklich oder mit den Hilfsmitteln des Maschinenbaues gelöst hat, in dem Augenblick zum Versagen verdammt waren, in dem das geforderte Tempo das hier Erreichbare überstieg. An dieser Stelle mußte notwendigerweise die Elektrotechnik eingreifen.

Elektrische Steuerungen und Regelungen sind auch unübertrefflich hinsichtlich des Übersetzungsverhältnisses von Ursache zu Wirkung bzw. hinsichtlich der Größe der Impulskräfte und der Größe der Steuerwirkungen. Durch das Emporblühen der Gasentladungstechnik wurden in dieser Richtung große Erfolge erzielt. Bei der Anwendung der Gittersteuerung im Stromrichter genügen wenige Promille der umzuformenden Leistung, um eine trägheitslose Ausführung des Steuerkommandos sicherzustellen. Es ist deshalb berechtigt, wenn wir sagen, daß das Übersetzungsverhältnis unserer gesamten Steuer- und Regeltechnik sich in einem hohen Ausmaß vervielfacht hat.

An dieser Stelle müßte nun eigentlich die Fernmelde-technik behandelt werden. Denn man kann sagen, daß das Telephon, das nicht nur Impulse, sondern das gesprochene Wort weitergibt, die hochwertigste Form der Impulsübertragung darstellt. Die Mittel der Fernmelde-technik erlauben die Fortleitung differenziertester Aufgabenstellungen, es lassen sich größte Entfernungen überbrücken und kleinste Energiemengen genügen als Nachrichtenträger. Fernsprecher, Schnellschreiber, Fernschreibmaschine, Telegraph, Funktechnik und nicht zuletzt die kunstvollen Fernmeß- und Fernsteueranlagen mit ihren feinnervigen Relaisystemen sollen wenigstens dem Namen nach Erwähnung finden. Die Automatik der Nachrichtentechnik hat die gesamte Industrie befruchtet und hundertprozentig durchdrungen.

Eine andere Eigenschaft der elektrischen Energie besteht darin, daß wir den Energiefluß leicht unterteilen und in kleinste Leistungskomponenten aufspalten können. Bei nahezu allen anderen Kraft- und Antriebsmaschinen müssen wir danach streben, zu möglichst großen Leistungseinheiten zu kommen, um die Energiewandlung bei gutem Wirkungsgrad sicherzustellen. Elektrische

Maschinen zeichnen sich dadurch aus, daß man nicht nur bei großen Leistungen, sondern auch bei kleinen und kleinsten Motoren noch günstige Wirkungsgrade erhalten kann. In der Antriebstechnik machen wir von der Teilbarkeit der Leistungseinheiten weitgehend Gebrauch. Auch auf dem Gebiet der Elektrowärme haben wir die Teilbarkeit und damit die feine Dosierbarkeit kennengelernt.

Zum Schluß möchte ich nun auf einen weiteren grundlegenden Vorzug der elektrischen Energieart, und zwar die leichte betriebsmäßige Meßbarkeit hinweisen. Erst die Einführung des elektrischen Antriebes hat uns einen klaren Einblick gegeben in die Größen der Energieflüsse, die in industriellen Betrieben wirksam sind. Viele Arbeitsmaschinen haben ihren Aufbau und ihre Konstruktion dadurch gewandelt, daß der Strommesser, der ein billiges und wohlfeiles Präzisionsinstrument geworden ist, angezeigt

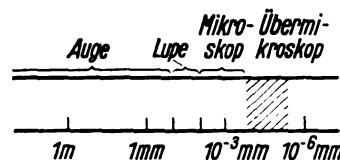
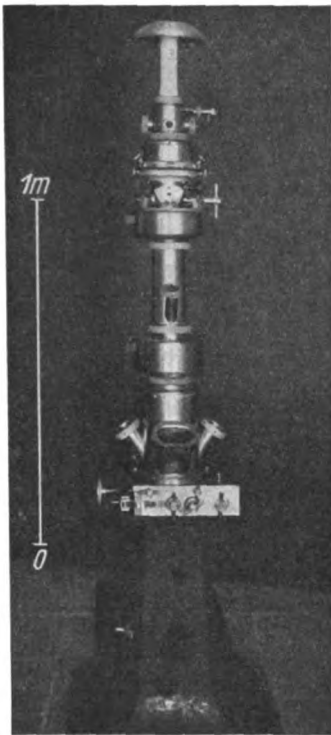


Abb. 17. Erweiterung des Auflösungsvermögens des Auges durch das Übermikroskop.

hat, daß da und dort ganz andere Energiemengen wirksam sind, als der Konstrukteur bisher angenommen hatte. Der Maschinenbauer ist durch die Elektrotechnik feinfühler geworden; es wird ihm bei seinen Konstruktionen eine größere Zielsicherheit ermöglicht.

Die Elektrotechnik hat uns die vielgestaltigsten und mannigfaltigsten Meßgeräte und Instrumente beschert. Dabei ist zu beachten, daß die elektrische Meßtechnik nicht allein die Messung elektrischer Größen umfaßt, sondern daß die allermeisten Meßaufgaben elektrisch lösbar sind und auf elektrischem Wege häufig besonders einfach,

bequem und genau gestaltet werden können. Es ist völlig unmöglich, daß ich Ihnen hier auch nur einen Teil dieser Geräte und Einrichtungen vorführen kann. Um jedoch auch auf dem Gebiet der Messung und des Erkennens die Grenzen der derzeitigen Leistungsfähigkeit zu streifen, möchte ich auf ein Instrument hinweisen, das für den Forscher schon heute eine große Bedeutung hat und das uns noch viele wesentliche Aufschlüsse auf den verschiedensten Gebieten liefern wird.

Ich denke hierbei an das Elektronenmikroskop. Abb. 17 zeigt die Auflösungskraft unseres Auges und die Steigerung der Auflösungsfähigkeit, die wir durch Lupe und das Mikroskop erreichen können. Mit dem normalen Mikroskop, das heute auf eine mehr als zweihundertjährige Entwicklung zurückblicken kann, ist höchstens eine Auflösung von Strecken bis herunter zu etwa 10^{-4} mm möglich. Einen noch höheren Auflösungsgrad kann man nur mit Hilfe der Elektronenoptik erreichen. Die im Vakuum frei fliegenden Elektronen zeigen in ihrem Verhalten eine gewisse Analogie zu den Lichtstrahlen. Man kann auch für die Elektronenstrahlen eine Art von Linsen herstellen, die aus elektrischen oder magnetischen Feldern bestehen, so daß man grundsätzlich zwei verschiedene Elektronenmikroskope, das elektrische und das magnetische, unterscheiden kann.

Das elektrische Elektronenmikroskop von Brüche und Johansson (Abb. 18) wurde im Forschungsinstitut der AEG geschaffen und weiterentwickelt. Ein besonderes Anwendungsgebiet dieses Mikroskopes ist die Untersuchung von Kathoden bei Glühtemperatur, wo bekanntlich die lichtmikroskopische Betrachtung keine besonders aufschlußreichen Ergebnisse bringt. Das Instrument wurde ferner vielfach zum Studium der Eigenschaften von emittierenden Körpern herangezogen. Das Elektronenbild in Abb. 18 stellt die Struktur einer Nickelfläche dar. Wenn auch die Vergrößerung nur relativ mäßig ist, da die Auflösungskraft dieses Mikroskopes begrenzt ist, so stellt dieses Instrument doch einen ganz besonderen Erfolg dar und hat zu manchen Aufschlüssen geführt.

Ein großer Fortschritt wurde durch die Lösung der Aufgabe erzielt, von beliebigen elektronenfremden Objekten Bilder herzustellen. Die Erfüllung dieses Wunsches

ist heute nur mit dem magnetischen Elektronenmikroskop, dem sogenannten Übermikroskop, möglich. Bei diesem Instrument (Abb. 19) werden die von der Strahlenquelle ausgehenden Elektronen durch eine Kondensorlinse auf das Objekt gelenkt. Das Bild des vom Strahlenbündel durchsetzten Objektes wird in zwei Stufen durch die Objektiv- und Projektionsspule vergrößert, wobei das enorme Auflösungsvermögen schon heute Vergrößerungen bis zum 30 000fachen linear zuläßt. Die Entwicklung dieses Übermikroskopes, die das Haus Siemens übernommen hat, wird heute im Zentrallaboratorium von Siemens & Halske von B. v. Borries und E. Ruska betreut. Dieses Gerät wurde seinerzeit im Hochspannungsinstitut der T.H. Berlin, das von Prof. Matthias geleitet wird, von Ruska aus dem zuvor von Knoll und Ruska geschaffenen magnetischen Elektronenmikroskop heraus entwickelt. Das neue Gerät hat die Möglichkeit, Gegenstände in formgetreuer Abbildung dem menschlichen Auge zu erschließen, um Größenordnungen erweitert. Die Erkenntnisse und Anwendungen, die sich hieraus für die Forschung und damit für die verschiedensten Gebiete der Industrie wie auch der Chemie, Biologie und der Medizin ergeben, sind noch gar nicht abzusehen. Bei der Aufnahme von kolloidalem Gold konnte, wie die Aufnahme in Abb. 19 zeigt, die enorme Auflösungskraft dieses Gerätes festgestellt werden. Man kann hier nicht nur die Form und die Größe einzelner Teile, sondern auch die Verteilung der Größenhäufigkeit ablesen. Abb. 20 schließlich zeigt,

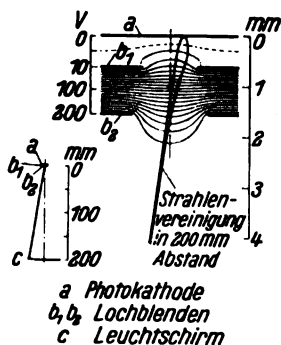


Abb. 18. Emissionsmikroskop nach Brüche und Johansson. Struktur einer Nickelfläche.

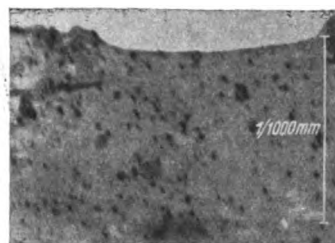
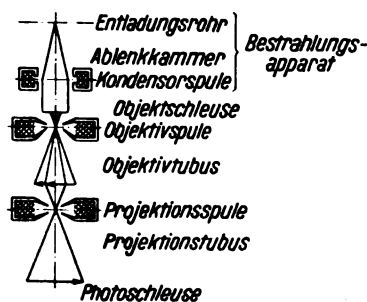
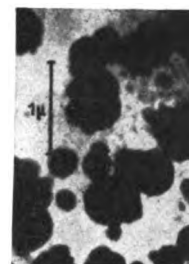


Abb. 19. Übermikroskop nach E. Ruska und B. v. Borries. Kolloidales Gold.



4000 fach



16000 fach

Abb. 20. Elektronenoptische Vergrößerung verschiedener Arten von Zinkweiß (ZnO) mit dem Übermikroskop nach B. v. Borries und E. Ruska.

wie chemisch gleiche Substanzen, beispielsweise Zinkweiß, im Übermikroskop Verschiedenheiten und Strukturunterschiede erkennen lassen, die bisher völlig unbekannt waren und dem Chemiker wertvolle Fingerzeige und Anregungen vermitteln können. Auf vielen Gebieten, insbesondere der Chemie und der Medizin, wird der Einsatz dieses Instrumentes die derzeitigen Erkenntnisse ausweiten und vertiefen.

Sicherlich liegt der Schwerpunkt der Bedeutung des Übermikroskopes nicht an erster Stelle auf dem Gebiet der Elektrotechnik selbst. Es sind jedoch vorwiegend elektrische Hilfsmittel gewesen, die zum Bau dieses hochwertigen Meßinstrumentes geführt haben, das noch zu einem bedeutenden Forschungsmittel vieler Industriezweige werden wird. Meine Absicht war es, Ihnen durch dieses Beispiel zu zeigen, daß wir an Stellen, an denen wir die Grenze bisherigen Erkennens überschreiten wollen, nicht selten in hohem Maße auf die Elektrotechnik angewiesen sind, und daß uns die Elektrotechnik wertvolle Hilfsmittel liefert, um in neue unerforschte Gebiete einzudringen.

Ich habe versucht, Sie durch das große Gebiet der Elektrotechnik in der Industrie zu führen, und habe dabei einen Weg gewählt, der zeigen soll, in welchem Ausmaß heute nahezu alle Gebiete der Industrie mit elektrischer Energie und Elektrotechnik durchsetzt sind; wir haben an einigen Beispielen das Anwachsen des spezifischen elektrischen Arbeitsinhaltes gesehen und ferner festgestellt,

daß der Anteil an Arbeitsstunden zurückgeht und daß der Mensch von untergeordneten Arbeiten entlastet und für höhere, vor allem geistige Arbeiten freigemacht wird.

Ich bin mir vollkommen bewußt, daß ich aus dem ungeheuren Gebiet der Elektrotechnik in der Industrie nur kleine Ausschnitte gebracht habe, daß ich vieles nicht gesagt habe, was sich vielleicht zu sagen gelohnt hätte. Aber bei einem Thema, das einen so großen Rahmen behandeln soll, muß man sich stets auf wenig beschränken, will man sich nicht ins Uferlose verlieren. Trotz des ungeheuren Materials, das hier zur Verfügung steht, habe ich mich aber mit Absicht nicht auf das beschränkt, was die Elektrotechnik bisher geleistet hat, sondern ich habe mich bemüht, auch die Aufgaben zu zeichnen oder wenigstens anzudeuten, die wir heute schon vor uns liegen sehen.

Es ist eine betonte Eigenart der Elektrotechnik, daß mit dem Anwachsen der Erkenntnisse auch die Aufgaben schnell in die Breite gehen. Forschung ist daher wohl kaum auf einem anderen Gebiete so wichtig wie hier. Es muß hier mit besonderem Nachdruck darauf hingewiesen werden, daß nicht nur zweckgerichtete Forschung zu pflegen ist, bei der das Ziel klar umrissen ist und bei der man schon ungeduldig auf die Ergebnisse wartet, sondern vor allem auch tiefe und breite Forschungsarbeit, die, abgerückt vom Lärm und Getriebe des Alltags, in systematischer Weise die Probleme aufgreift und die, wie die Erfahrung lehrt, früher oder später auch durch wirtschaftliche Erfolge gekrönt wird. Bei dem großen technischen Wettstreit der Nationen kommt es aber heute mehr als je auf die Breite und Tiefe der Entwicklung an, und vor allem auch auf das Tempo. Nutznießer der Entwicklung wird stets der sein, der mit einem zeitlichen Vorsprung das erkennt, entdeckt oder erfindet, was seine Zeit bereits reifen ließ.

Wir sind heute in Deutschland in einer besonderen Lage. Wir haben zwar besonders viele und schwierige Aufgaben, aber wir verfügen im Vierjahresplan über eine klare Linie und ein großes Ziel; wir besitzen, durch Tradition gegeben, eine hochentwickelte Industrie, die den Sprung vom Laboratoriumsversuch ins Große frühzeitig wagen kann.

Wir sehen heute voll Stolz auf die Weltgeltung unserer Industrie, die auf den verschiedensten Gebieten, sei es Maschinenbau oder Elektrotechnik, Optik, Chemie oder Metallurgie, Hervorragendes geleistet hat. Diese Leistungen hatten zähes und unermüdliches Arbeiten und Forschen zur Voraussetzung. Sie sind das Ergebnis einer innigen Zusammenarbeit aus drei bedeutenden Gruppen von Forschungsstätten: es sind dies unsere Hochschulen und Universitäten, die neben den Forschungsaufgaben der Erziehung der Jugend gewidmet sind, die verschiedenen Forschungsinstitute, die in freier, schöpferischer Arbeit nach neuen Erkenntnissen ringen, und in Deutschland nicht zuletzt die großen Forschungsinstitute der Industrie, die durch ihren wirkungsvollen Einsatz manche Pionierleistung vollbracht haben. Diese drei Gruppen als Stätten der deutschen Forschung müssen ausnahmslos bestens gepflegt und betreut werden, um sie in ihrer Einsatzbereitschaft und ihrer Stoßkraft zu festigen und zu erhalten. Nicht zuletzt muß dafür Sorge getragen werden, daß unsere Hochschulen die ewig junge Quelle bleiben, aus der wir neue Gedanken schöpfen, und die uns die Menschen heranbildet, die später die starken Träger unseres technischen Schaffens sind. Wir müssen deshalb unsere Hochschulen in personeller und sachlicher Beziehung mit den Mitteln unterstützen, die notwendig sind, um diese großen Aufgaben erfüllen zu können. Diese verschiedenen Forschungsstätten müssen sich gegenseitig ergänzen und unterstützen, sie sollen in ihren Wechselbeziehungen zu einem harmonischen Zusammenspiel führen, das uns zu den großen schöpferischen Leistungen befähigt, auf die wir gerade in Deutschland nicht verzichten können. Dieses Zusammenspiel war die Grundlage für die bisherigen Erfolge, es muß aber mehr noch für die Zukunft das tragfähige, gut gefügte Fundament sein, das uns die Be-

wältigung neuer, großer und schwieriger Aufgaben sichern hilft.

Diese Voraussetzungen mit der klaren Erkenntnis, daß die Elektrotechnik noch weit davon entfernt ist, in einen Zustand der Sättigung oder des Endgültigen geraten zu sein, verpflichten uns als Deutsche mehr als andere Nationen, die Entwicklung mit ganzer Kraft voranzutreiben. Nicht nur, weil die Wiege vieler elektrotechnischer Errungenschaften in Deutschland stand und mit die bedeutendsten Pioniere der Elektrotechnik Deutsche waren, sondern weil die Elektrotechnik einen wichtigen Helfer im Kampf um unsere wirtschaftliche Selbständigkeit darstellt. Es ist daher dringend notwendig, daß sich auch die Jugend um die Fahne der Elektrotechnik schart und das Ringen, das unsere großen Pioniere begonnen haben, erfolgreich fortführt. Die Elektrotechnik ist auch heute noch von Jugendlichkeit erfüllt, sie ruft deshalb die deutsche Jugend auf, Mitkämpfer zu sein.

Wir müssen vor dem, was bisher geleistet wurde, größte Ehrfurcht empfinden. Trotzdem darf man den Wert und die Bedeutung der Elektrotechnik nicht allein an dem bisher Erreichten messen — man muß vielmehr in den Zukunftsmöglichkeiten das Bedeutsamere sehen. Aus dieser Erkenntnis heraus wollen wir uns auch der Verantwortung bewußt werden, die wir alle als Schaffende der deutschen Elektrotechnik vor Volk und Reich zu tragen haben. Es gilt der Leitsatz:

„Nur wer gut pflügt und mit Umsicht sät,
nur der wird auch reich ernten!“

Zusammenfassung.

Die deutsche Technik hat heute mehr denn je die Aufgabe, aus einer Arbeitsstunde ein Höchstmaß an Arbeitsleistung hervorzubringen. Es wurde gezeigt, wie durch den Einsatz des Elektromotors die Zahl der Arbeitsstunden zurückgeht. Die Schaffenskraft des Menschen wird allein durch den Einsatz der elektrischen Energie schon heute auf das 20fache seiner eigenen Leistungsfähigkeit gesteigert. Der spezifische elektrische Arbeitsinhalt einiger Rohstoffe und Fertigerzeugnisse wird angegeben und dabei gezeigt, daß besonders bei solchen Produkten, die synthetisch hergestellt werden, hohe Werte des elektrischen Arbeitsinhaltes auftreten.

Durch die große Entwicklungslinie, die sich durch das gesamte Gebiet der Antriebstechnik zieht, wird eine Steigerung an Menge und Güte der Erzeugnisse erreicht. Hand in Hand hiermit geht eine Vervielfachung im Aufwand elektrotechnischen Materials. Ähnliche Entwicklungslinien lassen sich bei der Elektrowärme und bei der elektrischen Beleuchtung aufzeigen.

Als Ursachen, die zu den großen Erfolgen der Elektrotechnik in der Industrie geführt haben, wurden hervorgehoben: leichte Fortleitbarkeit der elektrischen Energie, ihre Wandelbarkeit sowohl in ihrer eigenen Erscheinungsform wie in andere Energiearten, die Sicherheit, mit der elektrische Maschinen und Apparate betrieben werden können, die weitgehende Unterteilbarkeit der Leistungsflüsse, die Trägheitslosigkeit, ferner ihre Steuerbarkeit und nicht zuletzt die Meßbarkeit.

Die Elektrotechnik führt uns ins Gebiet der höchsten und tiefsten Temperaturen, sie erzeugt die schnellsten Schwingungen. Der Kathodenstrahl-Oszillograph erfaßt die raschesten Zeitvorgänge, und das Übermikroskop, ein besonders hochwertiges elektrisches Instrument, führt zu Aufschlüssen und Erkenntnissen, die kein anderes optisches Hilfsmittel je bringen dürfte.

Zum Schluß wird darauf hingewiesen, daß die Elektrotechnik vom Zustand des Endgültigen und der Sättigung noch weit entfernt ist, daß Forschungsarbeiten auf allen Gebieten dringend notwendig sind, und daß man den Wert der Elektrotechnik nicht an dem in der Vergangenheit Geleisteten messen soll, sondern an den weiten Möglichkeiten, die sie noch erschließen wird.

Aus den Fachberichtgruppen*).

Fachgruppe A I, Energieübertragung.

621. 311

Die außerordentlich gesteigerte Anwendung elektrischer Energie, insbesondere für Zwecke der Rohstoff-erzeugung, macht es erforderlich, nach zwei Hauptgesichtspunkten zu arbeiten, einmal weitestgehende Ausnutzung von Werkstoff und Gerät, damit verbunden aber auch höchste Sicherheit der Belieferung. Es wird untersucht, ob vorhandene Einrichtungen auf Grund der vorliegenden Erfahrungen diesen Gesichtspunkten entsprechen oder ob es sich als vorteilhaft erweist, Neuerungen vorzunehmen, die, auf den bisherigen Erfahrungen aufbauend, in weitergehendem Maße dem Grundsatz „Ausnutzung von Betriebsmitteln und Sicherheit des Betriebes und damit der Energielieferung“ entsprechen.

Herr v. Mangoldt VDE behandelt in seinem Bericht: „Gesättigte Drosseln zur Spannungshaltung in Großkraftübertragungen“ diese Frage für den Transport elektrischer Energie über Höchstspannungsleitungen auf weite Entfernungen. Während bis jetzt zum Zwecke der Kompensation von Ladeblindlast, die bei langen Höchstspannungsleitungen eine ganz besondere Höhe erreicht, in Amerika Synchron-Motoren Verwendung finden, die in schwach belastetem Zustande der Leitung als Induktivitäten, bei Höchstbelastung als Kondensatoren wirken, haben sich in Deutschland die Luftspaltdrosseln durchgesetzt, welche neben erheblich geringerem Werkstoffaufwand auch erheblich geringere Betriebsverluste aufweisen, außerdem aber in allen Betriebslagen sofort zur Verfügung stehen, was bei Synchron-Motoren wegen der vorliegenden Gefahr des Außertrittfallens in bestimmten Betriebslagen nicht der Fall ist. Die Drosseln werden bei der deutschen Höchstspannungs-Energieübertragung im Leerlauf bzw. bei geringer Übertragungsleistung in voller Höhe eingesetzt, bei steigender Energieleistung jedoch abgeschaltet, so daß die Höchstspannungsleitung im Bereich der natürlichen Übertragungsleistung frei von Drosselspulen ist. Beim Zurückgehen in das Stadium des Leerlaufs oder der schwachen Belastung müssen die Drosselspulen wieder zugeschaltet werden, um die Ladeblindleistung und damit unerträgliche Spannungserhöhungen zu vermeiden.

Wenngleich sich dieses Verfahren während eines jahrelangen Betriebes in Deutschland als einwandfrei erwiesen hat, wird in dem Bericht vorgeschlagen, auf eine andere Art von Drosselspulen überzugehen, nämlich auf hochgesättigte Drosselspulen. Die Charakteristik dieser Drosselspulen liegt so, daß sie im Bereiche der normalen Übertragungsspannung eine für die Übertragung noch erträgliche Blindlast aufnehmen, bei plötzlicher Entlastung, die eine Erhöhung der Spannung infolge der Einwirkung des Ladestromes zur Folge hat, höher erregt werden und dadurch infolge ihrer Charakteristik höhere induktive Blindleistung aufnehmen. Hierdurch wird dann die Ladeblindleistung kompensiert und stabile Spannungsverhältnisse erzielt, ohne daß es wie bisher einer Zuschaltung durch Drosseln mittels der sogenannten Gefahrschaltung bedarf. Es wird ein Anwendungsbeispiel gegeben, aus dem die Arbeitsweise und Wirkung dieser gesättigten Drosselspulen ersichtlich ist.

* Der volle Wortlaut der Fachberichte und Diskussionen erscheint demnächst im 10. Band der Fachberichte.

Dieser Weg, welcher eigentlich theoretisch schon vor Jahren überlegt wurde, ist jedoch praktisch erst dann durchführbar geworden, als es gelang, die Kraftliniendichte in Eisendrosseln höherzutreiben unter gleichzeitiger Herabdrückung des sonst sehr stark ansteigenden Oberwellengehaltes des Magnetisierungsstromes. Die Einführung derartiger neuer, übersättigter Drosselspulen darf jedoch nicht dazu führen, etwa andere Gesichtspunkte außer acht zu lassen. Es ist beispielsweise nicht angängig, eine Anzahl von Drosselspulen dadurch zu ersparen, daß die das Höchstspannungsnetz speisenden Generatoren selbst die Ladeblindleistung decken. Dies hätte eine Untererregung der Generatoren und damit eine außerordentliche Instabilität der Spannungshaltung zur Folge, abgesehen davon, daß untererregte Maschinen bei irgendwelchen Betriebseinflüssen viel leichter außer Tritt fallen können als normal- oder gar übererregte Generatoren.

Herr M. Stöhr VDE spricht in seinem Bericht: „Vergleichende Untersuchungen über das Konstant-Strom- und Konstant-Spannungs-System bei der Gleichstromübertragung“ über die Anwendung von Höchstspannungs-Systemen, die mit Gleichspannung arbeiten, einer Aufgabenstellung, die in den letzten Jahren wiederholt eingehend behandelt worden ist, zumal sich gewisse Vorteile gegenüber Drehstromübertragung mit höchsten Spannungen zeigen, z. B. Fortfall jeglicher Kompensation des Ladestromes oder Erdschlußstromes. Die Fragestellung seines Berichtes lautet, welche der beiden Übertragungsarten größere Aussicht auf Erfolg hat, die Konstantspannungs- oder die Konstantstromübertragung? In dem Bericht wird ausgegangen von den Ergebnissen der heute bestehenden Übertragungsanlagen mit Hochspannungs-Gleichstrom in Frankreich und in den Vereinigten Staaten, die jedoch technisch anders als nach dem Konstantstrom-System nicht ausführbar waren. Grundsätzlich läßt sich die Frage, welchem System der Vorzug zu geben ist, heute nicht beantworten, da einer der wesentlichen Punkte die Netzgestaltung ist. Bei einer Anlage mit einfachster Übertragungsform, d. h. mit einer Leitung zwischen Erzeuger und Abnehmerstation ist das Konstantstrom-System wohl anwendbar, nicht aber dann, wenn eine zukünftige Energieübertragung mit Gleichspannung in vermaschten Netzen erfolgt, wie dies heute bei Drehstrom üblich ist. Vom wirtschaftlichen Standpunkt gesehen dürften sich beide Ausführungsformen wohl ungefähr die Waage halten. Verlustmäßig ist das Konstantstrom-System viel ungünstiger als das Konstantspannungs-System, besonders dann, wenn die Übertragungsleistung in ihrer Höhe stark schwankt. Ein für den Betriebsmann besonderes Unterscheidungsmerkmal dieser beiden Systeme ist das Verhalten bei Störungen. Beim Konstantspannungssystem ist der Kurzschluß eine Erscheinung, die immer zum Abschalten des fehlerhaften Stückes führen muß. Das Konstantstromsystem verhält sich hier wesentlich anders, der Kurzschluß verliert vollständig seine Schrecken, er bedingt in keinem Falle eine Außerbetriebsetzung der Leitungsanlage, verursacht also keine Störung. Dafür erfordert beim Konstantstrom-System die Überspannungsfrage ganz besondere Aufmerksamkeit, denn jede Unterbrechung der Übertragungsleitung ruft äußerst hohe Spannungen hervor.

Wie zu erwarten, ergab die Aussprache eine kritische Auseinandersetzung, wobei eingeworfen wurde, daß auch bei der bestehenden Gleichstrom-Hochspannungsübertragung mit Glühkathodengleichrichtern wesentlich der Umstand maßgebend war, daß die zur Verwendung gelangenden Glühkathoden den im Konstantspannungssystem bei Kurzschluß auftretenden hohen Überströmen nicht gewachsen waren. Andererseits wird jedoch von Herrn Baudisch VDE darauf hingewiesen, daß man, weil wir uns gerade augenblicklich noch sehr stark in der Entwicklung von Gleichrichtern und Wechselrichtern befinden, gar nicht übersehen könne, wohin der Weg führen wird, so daß eine Diskussion der Frage „Konstantstrom- oder Konstantspannungs-System“ heute nur theoretischen Wert hat, man also Anhaltspunkte über den Weg, den man etwa später zu beschreiten haben würde, wegen der noch nicht abgeschlossenen Entwicklung von Gleich- und Wechselrichteranlagen noch nicht geben kann.

Herr E. Ellspermann VDE behandelt die Frage Betriebssicherheit und weitestgehende Ausnutzung des Materials in seinem Bericht: „Neue Wege in der Stromversorgung der Großbauten unserer Zeit“ auf dem Gebiete der Niederspannungsverteilung. Die bisherige Installation ging von der Anordnung des Strahlen-Netzes aus, wodurch einmal ein erheblicher Materialaufwand, dann aber auch große Spannungsverluste und eine Störung größerer Netzgruppen bei Ausfall von Steigleitungen zu erwarten waren. Diese Nachteile werden bei Ausbau des Verteilungssystems in Form eines dreidimensionalen Maschennetzes behoben. An mehreren Beispielen wird gezeigt, wie sich diese Maschennetze je nach Art der Großbauten, ihrer Lage und ihrem Verwendungszweck jeweils besonders ausgestalten lassen, um einen Bestwert der Vorteile dieser Maschennetzart zu erzielen. Daneben wird auf eine neuartige Fernschalteinrichtung verwiesen, die es bei gleichzeitiger Einsparung an Material ermöglicht, mittelbare Schaltungen in dem Niederspannungssystem vorzunehmen, wobei besonderes Gewicht auf die Abschaltbarkeit aller Stromverbraucher von einer zentralen Stelle gelegt wird. Die Schaltungen in dem Niederspannungs-System lassen sich von einer Zentralstelle aus in gewisser zeitlicher Aufeinanderfolge durchführen, kommen also allen Wünschen bezüglich der Betriebserfordernisse bei der Versorgung von Großbauten entgegen. Da derartige Großbauten in der Regel in Eisenbeton mit verhältnismäßig dünnen Putzschichten errichtet werden, hierbei aber trotzdem dem Grundsatz „Alle Leitungen unter Putz“ entsprochen werden muß, wird, um etwaigen kostspieligen und zeitraubenden Ausstemmarbeiten zu begegnen, die Einführung einer neuen Unterputzleitungsart, der Gummistegleitung, empfohlen, die bei einfachster Verlegungsart eine schnelle Installation bei unverminderter Betriebssicherheit gewährleistet. Möglich ist jedoch diese Einführungsart erst dann, wenn der VDE sich dazu entschließen sollte, von der bisherigen Forderung auf Auswechselbarkeit von unter Putz erstellten Leitungen Abstand zu nehmen. Der Bericht erregte größtes Interesse, zumal von Herrn Grobe VDE an Hand von Lichtbildern ein weiterer Beitrag zu der Anwendung des dreidimensionalen Maschennetzes geliefert worden ist. Hierbei wird besonders auf gleichmäßige Belastung der einzelnen Leitungen des Maschennetzes Wert gelegt und besonders auf diesen Umstand hingewiesen. Herr Laurick VDE bemerkt jedoch, daß bei der Planung derartiger Maschennetze nicht vergessen werden dürfe, daß die Kurzschlußleistung in einem solchen Netz durchschnittlich größer ist als im Strahlennetz, ein Umstand, der bei Verwendung normaler Selbstschalter in den Verbraucherstromkreisen Schwierigkeiten bringen würde. In gleicher Weise hätte man sich mit der Selektivität von Abschaltungen bei Anwendung von Sicherungen zu befassen. Weiter bestände die Gefahr, daß Abzweigleitungen von den Maschennetz-

leitungen, falls sie nicht besonders gesichert sind, gegen Überlastungen nicht geschützt werden können, da sie von zwei Seiten gespeist werden. Auch beständen Bedenken gegen eine unumschränkte Anwendung der neuen Installations-Fernschaltung. Es wurde ihm allerdings entgegen, daß die ungünstigen Erfahrungen, welche bis jetzt mit dem Material für Installations-Fernschaltungen gemacht worden sind, die Sache als solche nicht berühren könnten, daß es auch hier nur wieder darauf ankommt, Einrichtungen zu treffen, die nicht allein hinsichtlich ihrer Kurzschlußfestigkeit, sondern auch in ihrem sonstigen Betriebsverhalten den Erfordernissen, wie sie in vermaschten Netzen auftreten, entsprechen.

In ähnlicher Richtung wird der Erzielung unbedingter Betriebssicherheit, daneben aber auch Übersichtlichkeit, Herr A. M. Schmidt VDE in seinem Bericht: „Neue Wege für Erstellung und Installation baugerechter Verteilungsgruppen“ gerecht. Der Berichterstatter setzt sich mit der noch heute öfter besonders in Handwerkerkreisen zu beobachtenden Ansicht auseinander, elektrische Installation, vor allem solche der Verteilungstafeln und Zähler-tafeln, als ein notwendiges Übel anzusehen, ohne dem ingenieurmäßigen Charakter dieser Einrichtungen besonders Rechnung zu tragen. Daneben fehlt ein verständnisvolles Zusammenarbeiten mit dem Architekten, weshalb es dann zu Anordnungen kommt, die außer ihrer ungeschönen Ausführung und unzweckmäßigen räumlichen Verteilung dem Grundsatz auf höchste Übersichtlichkeit und damit Betriebssicherheit widersprechen. Was zweckmäßig ist, ist schön. Dieser Grundsatz zeigte sich in der Entwicklung des Schaltanlagenbaues, er beschränkte sich leider mit wenigen Ausnahmen nur auf dieses Gebiet; es ist daher Zeit, nach gleichem Grundsatz auch bei allen anderen Installationen in großen und kleinen Häusern zu verfahren. Es werden verschiedene Beispiele als Illustration für die vom Vortragenden aufgestellten Grundsätze gezeigt.

Herr Besold VDE zeigt in der Aussprache auf Lichtbildern ebenfalls formensichere Ausführungen in Gegenüberstellung zu älteren, heute überholten Beispielen. Auch er setzt sich dafür ein, daß der Installateur und Architekt verständnisvoller zusammenarbeiten müssen.

Herr B. Telg VDE bedauert, daß nach diesem Grundsatz der Formenschönheit und Betriebssicherheit nur bei Installationen in Neubauten verfahren werden könne, wogegen in alten Bauten zu oft große Schwierigkeiten wegen des herrschenden Platzmangels beständen. Hier könnte in vielen Fällen eine gepanzerte Schaltanlage in Erwägung gezogen werden.

W. Maurer VDE.

Fachgruppe A II, Starkstromkabel.

In der Einführung erinnert U. Meyer VDE daran, daß die Starkstromkabel auf eine fünfzigjährige Geschichte zurückblicken können. In dieser Zeit ist eine gewaltige Entwicklung durchlaufen worden. Neuerdings wird dem Einfluß der Wärme auf die Starkstromkabel eine erhöhte Aufmerksamkeit gewidmet. Das kommt auch darin zum Ausdruck, daß sich drei der folgenden Vorträge mit dieser Frage beschäftigen.

F. Kaiser VDE schildert zunächst die bisherigen Versuche, bei Kabeln eine Temperaturüberwachung durchzuführen, die wegen ihrer Umständlichkeit bzw. Unvollständigkeit sich nicht durchsetzen konnten. Er beschreibt dann eine solche Überwachungseinrichtung, bei der ein kurzes Kabelstück von gleichem Aufbau wie das Betriebskabel von gleichem Strom durchflossen wird. Die damit angestellten Versuche waren, wie die vorggeführten

Kurven zeigten, sehr befriedigend. Es hat sich als möglich erwiesen, damit die Belastungsmöglichkeit der Kabel zu den Spitzenzeiten erheblich höher auszunutzen. In der Aussprache unterstreicht P. Kaufmann die Einfachheit der Anordnung. Von anderer Seite wird darauf hingewiesen, daß nur einzelne Stellen damit überwacht werden können, also besonders gefährdete Punkte nicht berücksichtigt werden.

W. Vogel VDE berichtet über gemeinsam mit K. Schmitt durchgeführte Versuche zur Prüfung von Hochspannungskabeln im Anschluß an amerikanische Veröffentlichungen. Bei dem einen Verfahren werden die einzeln abgewickelten Papierstreifen in einem Meßkondensator bei erhöhter Temperatur auf Verlustwinkel gemessen. Es ergeben sich so Verlustkurven in Abhängigkeit vom Leiterabstand. Bei überbeanspruchten Kabeln zeigt sich ein starker Anstieg in der Nähe des Leiters und des Bleimantels, der von Metallseifenbildung herrührt. Bei dem zweiten Verfahren wurden mit Hilfe von Styrol Kabeldünnsschnitte hergestellt, aus denen die Gleichmäßigkeit des Isolationsaufbaues erkennbar ist.

A. Loser gibt Überlegungen zur Herstellung eines thermisch stabilisierten Kabels wieder. Durch Unterteilung des Leiters und entsprechende Aufteilung des Stromes auf die Teilleiter soll die Leitertemperatur dauernd konstant gehalten werden. Der Vortragende hält es so für möglich, normal aufgebaute Kabel auch für Höchstspannungen zu benutzen. Die höheren Wirkverluste werden gegenüber der Ersparnis an Kabelzubehör für unbedeutend gehalten. In der Aussprache werden verschiedene Bedenken gegen diesen Gedankengang geltend gemacht, sowohl was die Konstanzhaltung der Temperatur, als auch was die erhöhten Verluste betrifft.

Im letzten Vortrag schildert H. Ziegler VDE die bisherigen Erfahrungen über Verlegung und Betrieb von Niederspannungs-Porzellankabeln mit besonderer Berücksichtigung einer neueren Anlage von 4 km Länge. Die bei der Verlegung durch ungünstige Bodenverhältnisse und schlechtes Wetter entstandenen Schwierigkeiten konnten überwunden werden. Die erreichten Isolationswerte waren ebenso wie bei dem früher verlegten Kabel im Vergleich zu den VDE-Pflichtwerten gut. Schließlich wurden Belastungsversuche beschrieben, aus denen eine höhere Belastbarkeit der Porzellankabel gefolgert wurde. Eine solche würde die Wirtschaftlichkeit gegenüber normalen Kabeln verbessern. In der Aussprache wurden diese letzteren Folgerungen angezweifelt, besonders mit Rücksicht auf die Verfüßmassen und damit die Aufrechterhaltung der Isolation. Ferner wurde angeregt, diese porzellangeschützten Leitersysteme nicht als Kabel zu bezeichnen.

U. Meyer VDE.

Fachgruppe A III, Schaltanlagen und Schaltgeräte.

621. 316. 37 + . 5

Die vier Berichte dieser Fachgruppe betreffen vier verschiedene, nicht in näherem Zusammenhang stehende Gebiete. Der erste Bericht des Herrn O. Mayr VDE behandelt die „Kurzschlußfortschaltung“, d. h. die Beseitigung von Lichtbogen-Kurzschlüssen auf Hochspannungsfreileitungen, die durch unmittelbaren Blitzeinschlag in die Leitung oder in die Leitungsmasten hervorgerufen sind. Bekanntlich werden in unseren deutschen Netzen, die vorwiegend mit Erdschlußlöschern ausgerüstet sind, rd. 80 bis 85 % aller Erdschlüsse als einphasig ohne Störung der Energielieferung gelöscht, während es sich bei den restlichen 20 bis 15 % um zwei- oder dreipolige Erd- oder Kurzschlüsse handelt, die ein Abschalten der Leitung erforderlich machen. Herr O. Mayr macht nun den Vorschlag, das in den V. S. Amerika in den letzten Jahren in verschiedenen Netzen mit starrer Sternpunktterdung erprobte Verfahren,

Lichtbogen auf der Fernleitung durch sehr kurzzeitiges Spannungslosmachen der Leitung zum Erlöschen zu bringen, auch bei unseren Netzen mit Erdschlußlöschung anzuwenden. Auf diese Weise erscheint es möglich, die 20 bis 15 % der restlichen Kurzschlußabschaltungen auf einen wesentlich kleineren Prozentsatz zu vermindern und damit die Betriebssicherheit der Energieübertragung nicht unerheblich zu steigern. Die Leitung muß hierbei mindestens so lange ohne Spannung bleiben, bis der Lichtbogen beim Wiederschalten nicht mehr zündet. Ferner darf die Zeit der Trennung zweier parallel laufender Kraftwerke nur so groß sein, daß sie nicht außer Tritt fallen. Die neuen, im letzten Jahrzehnt in Deutschland durchgebildeten öllosen und ölarmen Schaltgeräte mit den kleinen Massen ihrer beweglichen Schaltstifte und ihrer kleinen Lichtbogendauer erscheinen für die Kurzschlußfortschaltung weit besser geeignet als die Ölschalter, für die der amerikanische Konstrukteur besonders schwere Antriebsgeräte bauen mußte, um die Spannungsabsenkung auf wenige Zehntel einer Sekunde beschränken zu können. Herr Mayr beschreibt im besonderen die geringen Änderungen, die an einem Freistrahldruckgasschalter erforderlich sind, um dieses Ziel zu erreichen. In der anschließenden Aussprache betonte Herr K. Oschatz VDE, daß der Verbundbetrieb durch das Kurzschlußfortschalten nicht leiden dürfe. Der Einführende verwies hierzu auf die Veröffentlichungen von Sporn und Prince über diesbezügliche Erfahrungen in den V. S. Amerika. Herr W. Kaufmann VDE bestätigte an Hand von Oszillogrammen, daß Expansionsschalter für das Fortschalten von Kurzschlüssen auf der Leitung gut geeignet sind. Herr Kaufmann befürwortete, Kurz- oder Erdschlüsse auf der Leitung, die nach erstmaligem Ansprechen der Fortschaltung nicht verschwinden, durch den normalen Selektivschutz eingrenzen zu lassen. Herr H. Neugebauer stellt zur Diskussion, statt der kurzzeitigen Abschaltung der Leitungen an zentral zwischen den Stromquellen gelegenen Stellen des Netzes einen kurzdauernden Kurzschluß mit besonderen Schaltern herbeizuführen, der dem Lichtbogen die Spannung bis zu seinem Erlöschen entzieht. Die Zeit hierfür muß kleiner als die Mindestzeit des Selektivschutzes sein, der nach wie vor unentbehrlich bleibt. Herr Mayr verweist auf die schlechten, früher mit der Löschung von Erdschlußlichtbögen durch kurzzeitige Erdung des betreffenden Leiters gemachten Erfahrungen. Herr Kneller VDE berichtet, daß seine Firma Studien über die Entionisierungszeit von frei brennenden Lichtbögen angestellt hat. Die von ihm verwendeten Druckluftschalter erwiesen sich für die Fortschaltung ebenfalls als gut geeignet.

In Vertretung von Herrn R. Foitzik VDE berichtete Herr W. Siemer VDE über Versuche mit einer Kondensatorbatterie von 48 μ F, die bei einer Spannung von 52 kV und einer gespeicherten Energiemenge von 65 kWs Stromstöße von 300 kA zu erzeugen gestattet. Die Batterie ist hufeisenförmig aufgestellt, und jeder Kondensator ist mit dem Prüfling verbunden, um die Induktivität des äußeren Stromkreises so klein wie nur möglich zu halten. Die Strommessung mittels Kathodenoszillograph erfolgt durch Messung des Spannungsabfalles an einem induktivitätsarmen Widerstand im Stromkreise. Es werden Bilder der Auswirkung von Über- und Durchschlägen an Baumstämmen gezeigt, Überschlagespuren auf der Oberfläche von Porzellanstützern und die Strommarken an deren Armaturen. Die Zerstörungen von Isolatoren und Sicherungsrohren durch Stromstoßentladungen gleichen den durch Blitzschläge hervorgerufenen Erscheinungen. Eigenartig flächenartig sind die Strommarken, die ein Stromstoß von 250 kA und 23 μ s Fließdauer auf blankpolierten Kupfer-, Eisen- oder Aluminiumelektroden zurückläßt. Innerhalb einer leicht aufgerauhten Fläche von rd. 40 mm Durchmesser beobachtet man eine größere Anzahl stecknadelspitzengroßer Schmelzpunkte. Dies erklärt zugleich die Tatsache, daß man selten die Einschlag-

stellen des Blitzes in Masten oder Leitungen ermitteln kann. Bei Überschlügen zwischen Spitze und Platte ist ein ausgeprägter Polaritätsunterschied der auftretenden Strommarken festzustellen. Kupfer- und Eisendrähte von 0,5 bis 1 m Länge verdampfen in wenigen Hunderttausendstel Sekunde und hinterlassen in der Luft eine Wolke des betreffenden Metalloxydes. Ferner konnte festgestellt werden, daß die Widerstandsscheiben von Kathodenfallableitern heute bereits Stromstöße von der Größenordnung der Blitzströme aushalten: ein Schritt auf dem Wege zum gewitterfesten Überspannungsableiter.

In der Aussprache weist Herr O. M a y r VDE an Hand eines Lichtbildes darauf hin, daß die vor dem Widerstandselement der Überspannungsableiter liegenden Metallplatten der Löschfunkenstrecke durch stromstarke Stoßentladungen von rd. 80 kA Schmelzspuren zeigen, die bei kleinem Plattenabstand (0,2 mm) zu einem Zusammenschweißen führen und damit die Zerstörung des Ableiters in die Wege leiten können. Jedoch beweisen die Betriebserfahrungen mit Überspannungsableitern, daß diese im Betriebe sehr selten Stromstößen von mehr als 20 kA ausgesetzt sind, die sie noch mit Sicherheit zu beherrschen vermögen. Herr H. Grünewald VDE warnt vor der Schlußfolgerung, alle Zerstörungen von Isolatoren und Hochspannungssicherungen etwa auf Blitzschläge zurückzuführen, vielmehr werde die Mehrzahl der Schäden durch den einem Durchschlag folgenden Betriebsstrom hervorgerufen. Er bestätigt, daß die Einschlagstellen des Blitzes stets nur schwer erkennbar sind.

Im dritten Fachbericht behandelt Herr M a s k o w VDE die Entstehung von explosionsfähigen Gemischen aus Benzindämpfen und Luft von Atmosphärendruck und Umgebungstemperatur, ferner das Verhalten solcher Gemische bei Explosion in druckfest gekapselten Gehäusen. Einer Anzahl von Benzinmischungen wird eine Reihe von eindeutig definierten Kohlenwasserstoffen hinsichtlich ihrer Explosionsdrücke gegenübergestellt und nachgewiesen, daß das Hexan C_6H_{14} sich als Grundlage für reproduzierbare Versuche am besten eignet. Die gefährlichsten Hexandampfluftgemische haben 2,1 bis 2,5 % Dampfgehalt. Die beobachteten Höchstwerte der Explosionsdrücke liegen um etwa ein Viertel höher als bei Grubengas (CH_4) mit 6,5 at. Bei den Explosionsversuchen ergab sich weiter, daß bei Hexan-Luftgemischen bei 50 mm Spaltlänge zwischen Gefäß und Deckel schon bei 16 % kleineren Spaltweiten als bei Methan Zünddurchschläge auftreten. Die obengenannten Versuche sollen als Unterlagen für eine Erweiterung der Konstruktionsvorschriften des VDE für den Explosionsschutz gekapselter Geräte dienen. In der Aussprache dankte Herr F r i c k e dem Vortragenden für seine für den Ausbau der VDE-Vorschriften grundlegenden Arbeiten und betonte, daß in unterteilten Gehäusen durch Vorkompression des Gemisches höhere Explosionsdrücke als die angegebenen möglich sind, die von Fall zu Fall durch Versuch ermittelt werden müssen.

Im vierten Fachbericht beschreibt Herr K a s s a u VDE die Entwicklung eines Luftschrützes zum Steuern von Hochspannungsmotoren großer Leistung. In Umkehrbetrieben, wie z. B. Blechwalzwerken, werden häufig 100 Schaltungen je Stunde und mehr gefordert. Da Schalter mit Unterbrechung unter Öl hierzu wegen des erheblichen Abbrandes an ihren Schaltstücken sich als wenig geeignet erweisen, wurde das Gerät als Luftschrütz durchgebildet. Um eine hohe Schaltzahl bei geringem Abbrande zu erreichen, wurde die Schalterarbeit durch Verringerung der Lichtbogendauer auf ein Minimum beschränkt. Dies wird erreicht durch magnetische Beblasung des Lichtbogens, im besonderen seiner Fußpunkte, und durch Einfügen von wärmebeständigen Keilen aus keramischem Baustoff in den Lichtbogenpfad, um bei gegebenen Abmessungen der Lichtbogenkammer die Länge des Lichtbogens tunlichst zu vergrößern und seine schnelle Kühlung und Entionisierung zu fördern. Zum Schluß wird ein Hoch-

spannungsschrütz für 5 kV und das Ergebnis von Schaltversuchen mit Strömen bis zu 2500 A an Hand von Oszillogrammen beschrieben und die Ausschaltzeit und Schalterarbeit in Abhängigkeit von der Stromstärke im Augenblick der Öffnung der Schaltstücke mitgeteilt. Bei der Aussprache wies Herr H ö p p VDE auf die erhöhten Beanspruchungen hin, die ein Hochspannungsschrütz bei Schalten induktiver Last erfährt. Er rechnet mit rd. 1 mm Lichtbogenlänge je Volt, so daß bei 6 kV ein Lichtbogen bis zu 6 m Länge zu erwarten ist. Herr Kassau erwidert, daß seine Versuche bei $\cos \varphi = 0,3$ bis 0,4 durchgeführt sind. Herr O. M ü l l e r betont, daß die von Herrn Kassau gezeigten Lichtbogenlaufhöfner seit jeher im Schrützbau üblich sind und zeigt mehrere Abbildungen eines dreipoligen Hochspannungs-Steuerschalters, bei dem die schnelle Entionisierung durch Einzwängen des Lichtbogens in einen engen Spalt zwischen keramischen Wänden bewirkt wird (Düsenkammer). Der neue Schalter, der für die Unterbrechung von rd. 8000 A bei 6 kV Drehstrom bei $\cos \varphi = 0,25$ gebaut ist, hat sich im Schiffsbetrieb seit zwei Jahren auf Fahrten durch die Tropen gut bewährt.

W. E s t o r f f VDE.

Fachgruppe B I, Elektromaschinenbau.

621. 313 + 314. 22

Von den vier Fachberichten dieser Gruppe befassen sich zwei mit Maschinen. Der Gegenstand des ersten ist die, bisher nur für Sonderzwecke verwandte, doppelt gespeiste Drehfeldmaschine. Daß auch auf dem alten und viel bearbeiteten Gebiet der Drehstromwicklungen immer noch Fortschrittmöglichkeiten vorhanden sind, zeigt der zweite Bericht. Bei den Synchronmaschinen, insbesondere den großen, langsam laufenden Wasserkraftgeneratoren, führt die Forderung des Tages zu weiterer Ausgestaltung der Zweischichtwicklung, wobei hauptsächlich im Hinblick auf einfache und baustoffsparende Anordnung der Schaltverbindungen an der Stirnseite beachtenswerte Erfolge erzielt werden konnten. Der dritte und vierte Bericht handeln von den Trockentransformatoren, wobei teils die Abgrenzung ihrer Anwendungszwecke gegenüber Öltransformatoren festzulegen versucht wird, teils die elektrische Festigkeit betreffende konstruktive Fragen berührt werden.

Herr V o i g t VDE untersucht die unangenehme Eigenschaft des doppelt gespeisten Motors, sich ohne äußeren Anstoß auf Pendelungen zu erregen. Nach einer kurzen Übersicht über die bereits bekannten Vorschläge, das bei natürlicher Dimensionierung vorhandene negative dämpfende Moment zu verkleinern, entwickelt der Bericht eine weitere Möglichkeit zur Erzeugung eines positiven dämpfenden Momentes mit Hilfe einer neuartigen Parallelschaltung der Wicklung in Ständer und Läufer. Die Nutenschnitte, in welchen die beiden parallelgeschalteten Wicklungshälften untergebracht sind, ähneln dem eines Doppelkäfigläufers.

Herr K u n o t h VDE berichtet über Zweischichtwicklungen von Synchrongeneratoren, welche je Spulenseite einen Leiter, je Nut also zwei Stäbe, enthalten. Beim Entwurf solcher Zweistabwellenwicklungen muß mit Rücksicht auf eine gute Spannungskurve die Nutenzahl je Pol und Phase gebrochen sein, es muß ferner durch passende Verlagerung der in Reihe geschalteten Leiter im magnetischen Feld eine weitere Verkleinerung der Wicklungsfaktoren der Oberwellen angestrebt werden. Ferner ist Rücksicht zu nehmen auf eine genügende Freiheit in bezug auf Parallelschaltungsmöglichkeiten einzelner Wicklungsteile, und schließlich soll eine diesen Bedingungen genügende Wicklung auf wenige und kurze Schaltverbindungen an den Stirnseiten führen. Die Ausführungen des Vortragenden und insbesondere die Bilder der Wickelköpfe solcher neu-

artiger Stab-Wellenwicklungen, die durch ihre Einfachheit und Schönheit überraschen, zeigen die bedeutenden Fortschritte, welche in jüngster Zeit auf diesem Gebiet gemacht werden konnten. Sehr interessant ist auch die vorgeführte teilparallelgeschaltete Wicklung mit 1,3 dreifacher Parallelschaltung, welche bei ganz großen Wasserkraftgeneratoren Bedeutung hat, weil hier der Übergang von der Reihenschaltung zur zweifachen Parallelschaltung einen besonders großen Sprung bedeutet und zu unangenehmen Nutenzahlen und Nutteilungen führen würde.

Herr Kurt Fischer VDE bespricht die Anwendungsgrenzen des Trockentransformators gegenüber dem Öltransformator unter Berücksichtigung der Frage der Feuergefährlichkeit. Der Vortragende bemüht sich vor allem um die Klärung der Frage, ob die Höhe der Betriebsspannung oder die Höhe der Leistung eine natürliche festgelegene Begrenzung des Trockentransformators darstellen müsse. Bezüglich der Betriebsspannung kommt er zu dem Schluß, daß man Trockentransformatoren heute für alle Betriebsspannungen bauen kann.

Bezüglich der Leistungsgrenze vertritt Herr Fischer die Ansicht, daß dieselbe bei Trockentransformatoren bedeutend höher liegt, als man im allgemeinen wohl annimmt. Infolge der schwierigeren Wärmeabfuhr gegenüber dem Öltransformator muß man mit den Beanspruchungen des Kupfers und des Eisens niedriger bleiben. Der Mehraufwand an diesen Werkstoffen wird aber durch die damit verknüpfte Verbesserung des Wirkungsgrades in vielen Fällen wieder zu einem großen Teil wettgemacht. Bezüglich der größeren Kurzschlußkräfte beim Trockentransformator vertritt Herr Fischer die Ansicht, daß dieselben mit den heutigen Erfahrungen konstruktiv durchaus beherrscht werden können.

Herr Nölke VDE (in Vertretung von Herrn Reiche VDE) behandelt Transformatoren kleiner Leistung für mittlere und höhere Spannungen, also hauptsächlich kleine Leistungstransformatoren, sowie Prüf- und Meßtransformatoren. Seine Ausführungen stellen den Trockentransformator mit Isolierung teils durch Luft, teils durch feste Isolierstoffe dem Trockentransformator mit nur festen Isolierstoffen gegenüber. Seine Untersuchungen, die sich nur auf elektrostatische Fragen erstrecken, führen zu dem Ergebnis, daß gedrängte Bauarten von großer Sicherheit die ausschließliche Verwendung fester Isolierstoffe verlangen. Vor allem ist durch leitende Beläge das elektrische Feld so zu steuern, daß im wesentlichen nur der feste Isolierstoff auf Durchschlag beansprucht wird.

R. Bröderlink VDE.

Fachgruppe B II, Industrielle Antriebe.

621. 34. 07 : 66/69

Zur Einführung der Fachberichte „Industrielle Antriebe“ wies der Einführende darauf hin, daß Maschinenbau und Elektrotechnik in enger Zusammenarbeit bemüht sind, für jede Aufgabe die beste mechanische und elektrische Lösung zu finden. Die Mannigfaltigkeit der Aufgaben hat eine Vielgestaltigkeit der elektrischen Betriebsmittel hervorgerufen, die vom planenden Ingenieur, dem Industrie-Spezialisten, einerseits eine klare Erfassung der Arbeitsbedingungen des jeweiligen Antriebes, andererseits eine genaue Kenntnis der Eigenschaften der Motor- und Steuerungsarten verlangt. Die Abgrenzung der Verwendbarkeit eines Motors und Geräts ist nach der starken Verbreitung des Kurzschlußläufers besonders wichtig für die Schaltgeräte geworden. Hierzu brachte der Fachbericht des Herrn Engel VDE „Planung von Schalt- und Steuergeräten für Industriesteuerungen“ nach eingehender Schilderung aller Belastungsverhältnisse den Vorschlag einer Modellprüfung, die einen eindeutigen Vergleichswert für die Leistung eines Schaltgerätes schafft.

An der Aussprache beteiligten sich die Herren Franken VDE, Schoof VDE und Müller-Hillebrand VDE. Eine Zusammenarbeit von Erzeugern und Verbrauchern zur Festlegung einer klaren Leistungsbewertung wurde allgemein als wünschenswert bezeichnet.

Den zweiten Fachbericht erstattete Herr Jäger über „Die elektrischen Steuerungen neuzeitlicher Abraumberäte für Braunkohlengruben.“ Diese Großgeräte mit einer größeren Zahl von zentral zu steuernden Antrieben stellen dem Schaltungstechniker die Aufgaben der Geschwindigkeitsregelung sowie der Massenbeschleunigung und -verzögerung und der stoßfreien Stoppbremung. An Hand ausgeführter Baggerantriebe wurden betriebssichere Lösungen und Schaltungen vorgeführt. Die Aussprache ergänzte den Bericht durch Ausführungen des Herrn Schwen der über eine stufenlose Beschleunigung und Bremsung mittels Dämpfungsmaschine und der Herren Weiler VDE, Jungblut VDE und Schiebeler VDE über die für untersynchrone Senkgeschwindigkeiten entwickelten Schaltungen.

Herr Haller sprach über eine interessante Neuerung, die „Lichtelektrische Kopiersteuerung für Werkzeugmaschinen“. Bei dieser erfolgt das Kopierfräsen von Werkstücken nicht nach dem Modell, sondern unmittelbar nach der als gewöhnliche Tuschezeichnung auf weißem Papier angefertigten Zeichnung. Die äußerst sinnreich durchgebildete Tastvorrichtung ermöglicht es, mit 2 Zellen mit Optik bei selbsttätigem Papierablauf aus einer Summe von Schnitten einen räumlichen Körper herzustellen. Die Wirkungsweise wurde an Hand einer Collet-Engelhardt-Fräsmaschine für Schiffsschrauben mit Lichtbildern erläutert.

Der letzte, von Herrn Roth VDE erstattete Fachbericht „Notreversierbare Regelantriebe in der Gummiindustrie“ untersuchte die Bremsrichtungen an Walzwerks- und Kalandrantrieben, die in weniger als 1 s stillgesetzt werden müssen, um die Hand des Bedienenden bei etwaigem Mitgerissenwerden zu schützen. Die Untersuchung erstreckte sich auf die Bremsung des Drehstrom-Asynchronmotors, Nebenschluß-Kollektormotors und Gleichstrommotors mit Leonard-Schaltung. Ein Schmalfilm erläuterte die Arbeitsweise beim Gummiwalzen.

In seinem Schlußwort dankte der Einführende allen Vortragenden und Diskussionsrednern und sprach aus, daß für die Arbeit des Ingenieurs der Spruch gelte, der am Giebel des Reichssportfeld-Forums eingemeißelt ist: „Ewig mahnt von Anbeginn des Werdens das heilige Wort: Vollkommenheit“.

C. Schiebeler VDE.

Fachgruppe B III, Elektrowärme.

621. 365

Der Bedarf an Elektrowärme ist in Deutschland während des letzten Jahres auf etwa 9 Mrd kWh angestiegen, wovon etwa ein Zehntel auf Haushaltswärme entfällt. Außer dieser zahlenmäßigen Zunahme ist aber auch ein technischer Aufstieg zu verzeichnen, der durch zwei Hauptaufgabengebiete im Rahmen des Vierjahresplanes festgelegt ist, und zwar

1. die Bereitstellung und Erprobung devisenfreier Austauschstoffe und
2. die Erschließung neuer Anwendungsgebiete, besonders in Fällen, wo die Elektrowärme anderen Energieformen überlegen ist.

Als neuer Großabnehmer tritt die Stahlindustrie auf mit Lichtbogen-Stahlöfen bis zu 35 t. Aber auch bei den mittleren und Kleinöfen hat die Elektrowärme neuen Boden gewonnen, da sie ein besonderes sauberes Arbeiten, z. B. bei der Nitrierhärtung und bei Salzbädern, ermöglicht. Abgesehen von der leicht regelbaren und gleich-

mäßigen Durchwärmung, wurden auch höhere Durchsatzgeschwindigkeiten erreicht. Im besonderen Maße gilt dieses für den elektrischen Turmofen, über den Herr A. Schau eingehend berichtete. Durch geschickte Wärmerückgewinnung aus dem geglühten Gut zur Vorwärmung des kalten wurden erhebliche Ersparnisse erzielt. Die Anlage ist heute so getroffen, daß die eigentliche Heizzone an der Umkehrstelle des eine Schleife durchlaufenden Bandes liegt, wobei gleichzeitig zwei oder mehrere gegeneinander laufende Bahnen vorhanden sein können. Durch genaue Bemessung der Glüh- bzw. Ausgleichszone läßt sich jede gewünschte Wärmebehandlung einstellen; während man früher als Schutzgas reinen Wasserstoff verwendete, genießen heute billigere Gase, wie Propan und Leuchtgas, den Vorzug.

Die Steigerung der deutschen Aluminiumerzeugung auf jährlich 120 000 t brachte ebenfalls eine Erhöhung des Energieverbrauchs auf 2,5 Mrd kWh mit sich. Der Vorteil des hier viel verwendeten Niederfrequenz-Induktionsofens bis zu 2 t liegt in der Erzielung eines gasfreien, walztechnisch hochwertigen Gusses unter weitgehender Einsparung von Tiegeln und Auskleidungsmaterial. Ähnlich günstige Erfahrungen, besonders bei Glühöfen, werden aus der Kupfer- und Messingindustrie gemeldet. Auch die keramische — besonders aber die Glasindustrie — machen sich die Vorteile der Elektrowärme in zunehmendem Maße zunutze und loben das saubere Arbeiten frei von schädlichen Reaktionen. Auf dem Gebiete der Raumheizung sind ebenfalls Fortschritte zu verzeichnen, wenn sich auch die Anwendung bis zur endgültigen Klärung der gerade hier noch offenen wirtschaftlichen und technischen Fragen vorläufig nur auf Sonderfälle beschränkt.

Die Vielseitigkeit der Geräte in der Elektrowärme des Haushalts und Gewerbes hat von jeher ein besonders großes technisches Interesse mit sich gebracht. Wenn heute von 500 000 elektrischen Küchen etwa ein Drittel auf Werk tätige entfallen und auch bei Heißwasserspeichern und Kühlschränken Zunahmen bis zu 30 % verzeichnet werden, darf man hier nicht mehr von Luxuswärme sprechen. War die Entwicklung der letzten Jahre auf dem Gebiete der Haushaltswärme weniger durch technische Neuheiten gekennzeichnet, so ist doch eine ungeheure mühsame Kleinarbeit in der Neu- und Umkonstruktion der einschlägigen Geräte geleistet worden. Herr W i e d e m a n n berichtete über die Erfahrungen mit Umstellstoffen, die nicht nur den Heizleiter, sondern fast alle Teile des Elektrogerätes betreffen. Durch Einführung von Leichtmetall, Porzellan und Preßstoffen wurden teilweise formenschöne Neuschöpfungen herausgebracht. Nickel als Oberflächenschutz eiserner Bauteile ist durch Emaille abgelöst, wo Kupfer nicht zu vermeiden war, sind Auswege gefunden durch hochfeste, aushärtbare Legierungen und Plattierungen. Durch derartige Maßnahmen konnten in einem einzigen Werke pro Herd etwa 0,3 kg Kupfer bzw. Messing erspart werden, was auf die deutsche Jahresproduktion von 150 000 Herden etwa 45 t ausmacht. Ein weiterer Schritt in dieser Richtung betrifft das Abgehen von Hochdruckspeichern unter stärkerer Betonung der Niederdruckanlagen mit Porzellan- bzw. Glasbehältern. So hat ein Stromversorgungswerk versuchsweise etwa 1000 Glasspeicher zu 80 l eingeführt. Hier liegen besonders reizvolle Aufgaben des Konstrukteurs vor, alle Teile seines Gerätes auf höchste Wirtschaftlichkeit an Materialaufwand und Wärmeübertragung zu prüfen. Selbstverständlich kann die Umstellung auf neue Stoffe wegen der noch fehlenden Erfahrung im großen nur allmählich erfolgen. Insbesondere gilt dieses für die Umstellung der Heizkörper, die ja den Kern eines jeden Gerätes bilden. Die zielbewußte Einsparung von Nickel und die unermüdlichen Arbeiten unserer Drahtindustrie haben eine Reihe von hochwertigen Heizdrahtstoffen auf den Markt gebracht, die unter Verwendung von Chrom, Aluminium und Eisen in Sonderfällen schon

bessere Eigenschaften zeigen als die früheren hochnickelhaltigen Legierungen. Hierüber berichtete eingehend Herr G e h r m a n n unter besonderer Betonung der durch den Rohrheizkörper bei gewerblichen und industriellen Anlagen gebotenen Vorteile. Die feste Einbettung der Heizwände in eine elektrisch isolierende, aber relativ günstig wärmeleitende Magnesium-Oxydschicht ermöglicht eine wirtschaftliche und saubere Bauart derartiger Geräte. Dies gilt besonders für die elektrische Strahlungsplatte, der ein ausführlicher Vortrag des Herrn N a w o VDE gewidmet war. Im Gegensatz zu anderen Ländern, wo die Strahlungsheizung bei Kleingärten schon weitestgehend durchgeführt ist, hält man in Deutschland noch ängstlich an dem alten gußeisernen Plattenkörper fest, trotzdem die Nachteile der Wärmeübertragung auf das Kochgeschirr allgemein bekannt und nur durch Spezialtöpfe mit verstärktem Boden einigermaßen zu umgehen sind. An eingehenden Versuchen ermittelte Verbrauchszahlen haben jedoch gezeigt, daß mit Strahlungskochplatten ebenso wirtschaftlich gekocht werden kann wie mit Leitungsplatten, wobei man noch den Vorteil hat, normales handelsübliches Geschirr zu verwenden. Eine genauere Erforschung aller strahlungsphysikalischen Eigenschaften läßt jedoch erwarten, daß auch auf diesem Gebiete in der nächsten Zeit noch erhebliche Fortschritte zu verzeichnen sein werden.

Die vier Vorträge und die von dem Einführenden gegebene allgemeine Übersicht über den Stand der Elektrowärme zeigten deutlich, daß gerade dieses Gebiet weitestgehend auf die Zusammenarbeit mit anderen Zweigen angewiesen ist. Hierher gehören vor allem die technische Physik, die Wärmetechnik und die Werkstoffkunde. Wir arbeiten hin auf das Ziel, daß die Elektrowärme, vor Jahren noch ein Luxus, allmählich zur Selbstverständlichkeit wird, und begrüßen im Hinblick auf die Erschließung der deutsch-österreichischen Wasserkräfte jeden Zuwachs im deutschen Raum an weißer, schwarzer und flüssiger Kohle, da dieser nicht zuletzt auch der Elektrowärme zugute kommen muß.

R. H a s e.

Fachgruppe C I, Meßtechnik.

621. 317

Genau und zuverlässige Messungen sind die wesentlichen Grundlagen des technischen Fortschritts. Daß diese Erkenntnis Allgemeingut geworden ist, zeigte der zahlreiche Besuch und die Anteilnahme an der Erörterung der Fragen, die in den Vorträgen behandelt wurden.

Der erste Vortrag von Herrn H. W. P i e p l o w VDE befaßte sich mit dem Elektronenstrahloszillographen, dessen technische Entwicklung heute so vollkommen durchgebildet ist, daß er nicht nur im Laboratorium, sondern auch im Betriebe zur Erforschung von Schwingungsvorgängen Anwendung findet. Die Meßgenauigkeit der Braunschen Röhre hängt nicht nur von ihren inneren Eigenschaften ab, z. B. von ihrer Überlastungsfähigkeit, ihrer Frequenzunabhängigkeit und der dadurch ermöglichten genauen Eichung mittels Gleichstrom, von dem Fleckendurchmesser des Strahlenbündels usw., sondern es müssen zur vollen Ausnutzung der erzielbaren Genauigkeit einige einfache Voraussetzungen hinsichtlich des äußeren Anschlusses der Meßspannung gemacht werden, die leicht zu erfüllen sind und die meistens mit den Regeln der allgemeinen Meßtechnik übereinstimmen.

Ebenso müssen die Fehler berücksichtigt werden, die wegen der Nichtlinearität der verwendeten Verstärkerrohren auftreten können. Stellt man alle diese Faktoren in Rechnung, so ergibt sich, daß bei einem Elektronenstrahloszillographen mit Meßfehlern von insgesamt 3 bis 4 % gerechnet werden muß, während die Meßgenauigkeit der Braunschen Röhre an sich etwa 0,5 % beträgt.

Die Analyse von Schwingungen betraf auch der Bericht von Herrn Poleck, der von einem neuen Oberwellenmeßgerät Kenntnis geben konnte. Dieses Gerät dürfte für alle praktisch interessierenden Oberwellenmessungen an Generatoren, Umformern, Phasenschiebern, Transformatoren, Umrichtern und zur Überwachung des Netzbetriebes besonders geeignet sein. Von dem Vortragenden wurden zunächst die verschiedenen Möglichkeiten für die Lösung der vorgeschriebenen Aufgabe behandelt, wobei die Eignung von Resonanzkreis, Resonanzbrücke, Hochpaß als Grundwellensperre für die Summenmessung sowie von Resonanzkreis und Bandpaß als Analysatoren und ihre besonderen Eigenschaften eingehend erörtert und beschrieben wurden.

Bei dem neuen Meßgerät wird eine Doppel-Bandsperre zur Klirrfaktormessung und ein Resonanzkreis als Analysator verwendet. Es ermöglicht die Messung des Effektivwertes der Gesamtwellen, des Oberwellenrestes und der 3. bis 15. Harmonischen in fünf Meßbereichen; ebenso ist die Möglichkeit des Anschlusses eines Oszillographen gegeben. In der Aussprache betonte Herr E. Schulze VDE den großen Fortschritt, der mit der Entwicklung dieses Geräts erzielt sei, wünschte jedoch eine weitere Verbesserung bezüglich der durch die Meßschaltung bedingten Phasenverschiebung der Einzelwellen.

Ein anderes Kapitel der praktischen Meßtechnik wurde mit dem dritten Bericht von Herrn P. Hochhäuser VDE angeschnitten. Es ist bereits wiederholt der Versuch unternommen worden, die Spannungswandler in Höchstspannungsanlagen durch Einrichtungen zu ersetzen, die preiswerter herzustellen sind und deren Wirksamkeit etwa auf einer kapazitiven Spannungsteilung beruht. Bei dem neuen, von Herrn H. beschriebenen „Umspannkondensator“ ist eine kleine Kapazität C_1 mit einer größeren C_2 in Reihe geschaltet. An C_2 kann über eine Drosselspule eine für alle ohmschen Belastungen konstante Spannung entnommen werden, wenn die Induktivität der Drossel der Bedingung genügt $L = 1/\omega^2 \cdot (C_1 + C_2)$.

Bei einem Ausführungsbeispiel für eine primäre Nennspannung von 100 kV war das Verhältnis der Kondensatoren so gewählt, daß die dem Kondensator C_2 entnommene Spannung 3000 V betrug. Die Höhe dieser Spannung erforderte die Verwendung eines kleinen Spannungswandlers, der sie auf die Meßspannung von 100 V transformiert. Die Erdung erfolgte über einen für etwa auftretende höhere Harmonische genügend großen Dämpfungswiderstand mit parallelgeschalteter Siebkette, die auf die Grundfrequenz abgestimmt ist. Nach den mitgeteilten Meßergebnissen, die sich auf induktionsfreie Belastung und Frequenz 50 bezogen, liegt die Meßeinrichtung bezüglich ihrer Genauigkeit in der Klasse 1 der Spannungswandler. Die in der Aussprache diskutierten Fragen betrafen die Temperaturabhängigkeit des Dielektrikums der Kondensatoren, die Bedeutung der Oberwellen und den Einfluß spannungsführender oder geerdeter Teile in der Umgebung der Kondensatoren.

Der letzte Bericht von Herrn K. Gutwill VDE befaßte sich mit den Hilfsmitteln für die Erforschung der magnetischen Eigenschaften der Stoffe, einem Gebiete, auf dem im letzten Jahrzehnt besonders schöne Fortschritte erzielt worden sind. Das von Herrn Gutwill ausgearbeitete Verfahren zur Messung von magnetischen Suszeptibilitäten ist zunächst für die Untersuchung flüssiger chemischer Stoffe bestimmt. Durch Einführen eines Reagenzglases mit der Prüfsubstanz in die Schwingspule eines Hochfrequenzsenders wird die Senderfrequenz geändert. Diese wird mit der Frequenz eines Hilfssenders zur Schwebung gebracht, und die Schwebungsfrequenz wird mit einem unmittelbar zeigenden Frequenzmesser gemessen. Das Verhältnis der Frequenzänderung zur Sender-Grundfrequenz wird mit einer Gerätekonstanten multipliziert und liefert

so ein Maß für die Suszeptibilität des eingeführten Stoffes. Dieses rein elektrische Verfahren übertrifft das bisher gebräuchliche mechanische Verfahren, nämlich das der magnetischen Waage, nicht nur wesentlich an Schnelligkeit, sondern es bietet den Vorteil großer Empfindlichkeit auch bei Verwendung kleinster Stoffmengen.

R. Schmidt VDE.

Fachgruppe C II, Meßtechnik.

621. 317

Die elektrische Meßtechnik hat in den letzten Jahren große Erfolge auf dem Gebiete der Messung nichtelektrischer Größen zu verzeichnen. Die Anregung hierzu hat vorwiegend die Steigerung des Rohstoffbedarfs und die notwendige Rationalisierung der Arbeitsverfahren gegeben. Die Verfahren zur Messung elektrischer Größen sind vielfach verbessert, vervollkommen und die Geräte in ihrer Form und Handhabung vereinfacht worden. Durch den letzteren Umstand ist es immer häufiger möglich geworden, an sich schwierige Messungen durch fachlich nicht vorgebildete, aber zuverlässige Leute ausführen zu lassen.

Herr F. Obenaus VDE berichtete über die zerstörungsfreie Prüfung von keramischen Hochspannungs-Isolatoren durch Verlustwinkelmessung und Beanspruchung mit ungedämpfter Hochfrequenzspannung. Nach einer kurzen Darstellung der Prüfbedingungen und der bisherigen Prüfverfahren legte er dar, daß der schwierigste Teil der Herstellung die Sinterung des Porzellans beim Brand und die Vermeidung von Luft einschließen sei. Die Güte des Gefüges konnte man bisher nur durch Zerstörung des Scherbens feststellen. Zur zerstörungsfreien Gefügeprüfung wird die Verlustwinkelmessung herangezogen, und zwar einmal bei Niederfrequenz — der Verlustwinkel wird hier in der Scheringbrücke genau gemessen — und dann bei Hochfrequenz, wobei die nach einer bestimmten Zeit erreichte Temperatur mit einem Thermometer bestimmt wird.

An Hand von Tabellen wurde der Zusammenhang von Verlustwinkel und Güte des Scherbens aufgezeigt. Dieses neue Prüfverfahren dient als wertvolle Ergänzung der bisherigen Hilfsmittel zur Beurteilung der keramischen Stoffe.

Es fand eine sehr lebhafte Aussprache statt, an der sich sechs Herren beteiligten.

Herr A. Keller VDE berichtete zunächst kurz über die jetzigen Verfahren zur Bestimmung des Leerlaufübersetzungsverhältnisses von Transformatoren, bei denen eine konstante Meßspannung und meist eine Hochspannungsanlage mit Regeleinrichtung notwendig ist, und beschrieb dann eine neue, von ihm selbst durchgeführte Meßeinrichtung, die in einen tragbaren Holzkasten eingebaut ist. Die Meßeinrichtung beruht auf einem Kompensationsverfahren mit einem kleinen Drehspulgerät als Nullinstrument. Durch die Messung erreicht man mit einer unregelmäßigen Meßspannung von 220 V eine etwa 10mal engere Toleranz als bei den bisherigen Messungen bei einer Belastung, die dem wirklichen Leerlauf des Transformators entspricht. Ein kleiner Meßwandler gestattet, die Meßeinrichtung allen praktisch vorkommenden Übersetzungsverhältnissen anzupassen. Die Bedienung ist sehr einfach, so daß auch ungeübte Personen die Messungen ausführen können.

An der Aussprache beteiligten sich drei Herren. Eine Meßeinrichtung wurde vorgeführt.

Herr J. Sorge VDE sprach über „Einige Verbesserungen auf dem Fernmeßgebiet für den praktischen Betrieb“. Auch er behandelte zunächst die allgemeinen Auf-

gaben und einige der bisherigen Lösungen und stellte Bedingungen für die erreichbare Meßtoleranz auf. Es wurde dann ein neuer Baustein der Fernmeßtechnik, der Meßwert-Umformer, und seine Anwendung zur Steuerung von Registrier- und Großinstrumenten beschrieben. Der Meßwert-Umformer, der mit Verstärkerröhre und Hochfrequenz arbeitet, kompensiert das Drehmoment eines beliebigen Meßwerks gegen das Drehmoment eines Drehspulgerätes, dessen ferngeleiteter Strom der Meßgröße verhältnismäßig ist.

Es fand keine Aussprache statt.

Herr H. Dallmann VDE trug über „Die stetige Mittelwertbildung von Leistungen“ vor. Die Mittelwertbildung von elektrischen Leistungen wird z. Zt. in der Weise vorgenommen, daß der mittlere Leistungsbezug über eine Viertelstunde gebildet wird. Die hierfür gebräuchlichen Geräte zeigen diesen Mittelwert nicht kontinuierlich an, sondern nur in Abständen von einer Viertelstunde, so daß es nicht möglich ist, den für die Verrechnung maßgebenden Mittelwert laufend zu beobachten, und Verbrauchsgruppen abzuschalten, wenn die Gefahr besteht, daß der zugelassene Grenzwert überschritten wird. Ein weiterer Nachteil ist darin zu sehen, daß Leistungsspitzen, die innerhalb einer Viertelstunde durch Leistungsenken kompensiert werden, nicht in Erscheinung treten, mögen sie auch noch so groß sein. — Die Mittelwertbildung läßt sich nun nach einem anderen Verfahren ausbilden, das nach einem Exponentialgesetz die Schwankungen der Meßgröße wiedergibt. Die hierzu erforderlichen Geräte werden vorteilhaft als Nachlaufgeräte ausgebildet. Die Drehzahl eines normalen Zählers wird hierbei durch die Drehzahl eines Nachlaufaggregates mit großer zeitlicher Verzögerung kompensiert. Der Vorteil dieses Verfahrens ist in der stetigen Arbeitsweise zu sehen und in der physikalisch einwandfreien Gesetzmäßigkeit der Wiedergabe der Lastschwankungen.

Es fand keine Aussprache statt. Eine Meinrichtung wurde vorgeführt. A. Palm VDE.

Fachgruppe C III, Isolierstoffe.

621. 315. 61

Erstmalig hatte der Verband Deutscher Elektrotechniker anlässlich der diesjährigen Mitgliederversammlung den Isolierstoffen im Rahmen der Fachberichte einen besonderen Platz eingeräumt. Die unerwartet starke Beteiligung an den Isolierstoff-Berichten und die rege Aussprache kennzeichneten das große Interesse und rechtfertigten die Behandlung von Isolierstoff-Fragen innerhalb einer besonderen Fachgruppe. Behandelt wurde der Stand der neueren organischen Isolierstoffe der Elektrotechnik, und zwar der folgenden drei Stoffgruppen:

1. gehärtete Kunstharz-Preßstoffe auf der Grundlage von Kondensaten, z. B. Phenol-Formaldehydharzen,
2. nicht härtbare und nicht vulkanisierbare Kunststoffe auf der Grundlage von Hochpolymeren, z. B. Polystyrol,
3. vulkanisierbare Kunststoffe auf der Grundlage von Hochpolymeren, z. B. Buna.

Vom Einführenden wurde darauf hingewiesen, daß bei diesen Stoffgruppen, insbesondere aber bei der 2. und 3. Gruppe, zur Vermeidung von Fehlanwendungen zwei Grundforderungen zu erfüllen seien:

1. Schaffung klarer, eindeutiger, neutraler Stoffbezeichnungen,
2. Erweiterung unserer noch unzulänglichen Stoffkenntnisse,

Forderungen, deren Erfüllung Hauptarbeitsgebiet des Ausschusses für Isolierstoffe im VDE ist.

Die Aussprache zu den Berichten gab dem Einführenden Veranlassung, außerdem nachdrücklich darauf hinzuweisen, daß alle Anwender neuerer organischer Isolierstoffe nur dann mit Erfolg ihre praktischen Erfahrungen auswerten können, wenn ihnen der angewandte Isolierstoff genau bekannt ist. Dazu ist u. a. Voraussetzung:

1. Kenntnis der ungefähren Stoffzusammensetzung, genaue Kenntnis der Verarbeitungsbedingungen bei der Formgebung,
 2. genaue Kenntnis der praktischen Beanspruchung;
- d. h. mit anderen Worten genaue Kenntnis der Stoff-Vorgeschichte bis zum Zeitpunkt seiner Beurteilung.

Über den Stand der Entwicklung auf dem Gebiet der gehärteten Kunstharz-Preßstoffe berichtete Herr P. Pinten VDE („Die härtbaren Harze im Dienste der Elektrotechnik“). Nach einem kurzen geschichtlichen Überblick und Erläuterung des Wesens der Härtung und der Vorzüge der härtbaren Kunstharze ging Herr Pinten auf die neue „Typisierung der nicht keramischen gummiartigen Isolierstoffe“ ein, welche neben einer weiteren Typenvermehrung vor allem als zusätzliche Kennzeichnung die Kerbzähigkeit brachte. Nach Beschreibung der jetzt üblichen Verarbeitungsverfahren für härtbare Harze wurden die hauptsächlichsten Anwendungsgebiete in der Elektrotechnik erwähnt, u. a. die Anwendung der härtbaren Kunstharze zur Herstellung von Hochohm-Widerständen, Elektroden, Kohlenbürsten, Hochfrequenzspulen-Kernen, Magneten höchster Koerzitiv-Kraft, „Hartgasschaltern“, bei denen die bei hohen Temperaturen eintretende gasförmige Zersetzung der Harnstoffharze ausgenutzt wird.

Herr H. Beck zeigte den gegenwärtigen Entwicklungsstand der nicht härtbaren, nicht vulkanisierbaren Kunststoffe in seinem Bericht „Die Verwendung nicht härtbarer Kunststoffe für die Elektro-Isolation“. Er behandelte eingehend die verlustarmen Kunststoffe, nämlich das Gebiet der hochpolymeren Kohlenwasserstoffe, u. a. Polystyrol und die unter der Handelsbezeichnung bekannten Stoffe Luvican und Oppanol, wobei er besonders die Möglichkeiten für die unmittelbare Anwendung des monomeren Styrols schilderte, und behandelte anschließend die Kunststoffe mit höheren dielektrischen Verlusten und zwar vor allem das Gebiet der Polymeren auf der Grundlage von Vinylchlorid (Igelite). Am Schluß seiner Ausführungen ging er noch auf die Anilin-Harze ein und auf ihre Verwendung als Bindemittel bei der Herstellung von Hartpapier. Seine Ausführungen zeigten deutlich, daß das Gebiet der nicht härtbaren Kunststoffe sich in rascher Aufwärtsentwicklung befindet und Aussichten sowohl hinsichtlich der Schaffung neuer Stoffe als auch neuer Anwendungsgebiete eröffnet, deren Umfang im gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht zu übersehen ist.

Als wichtigster vulkanisierbarer Kunststoff wurde von Herrn H. Roelig VDE die Anwendung von „Buna in der Elektrotechnik“ besprochen. Hervorgehoben wurden die günstigen mechanischen und elektrischen Eigenschaften, die z. B. für Kabelmäntel und Dichtungen wichtig sind, so vor allem die Druckbeständigkeit bei hohen und tiefen Temperaturen sowie in Öl bei verschiedenen Belastungen. Auf die zahlreichen Anwendungsmöglichkeiten von Mischungen aus Perbunan und Kunststoffen auf der Basis von Polyvinylchlorid wurde eingegangen und ferner über Versuche für die Anwendung von Buna S als Isolierstoff berichtet, die den Einfluß längerer Beanspruchung durch Wärme und Feuchtigkeit auf die isolierenden Eigenschaften zeigten. Erfolgreiche Versuche wurden außerdem durchgeführt mit Mischungen aus Buna S mit hochpolymeren Kohlenwasserstoffen (Oppanol) als Weichmacher. Zum Schluß seiner Ausführungen brachte Herr Roelig Angaben über Herstellung und Anwendung von hartgummiähnlichen Stoffen aus Perbunan, Buna S und Buna 85.

Als letzter Berichterstatter sprach Herr G. H. L u d e n d o r f f VDE über „Isolierte Leitungen und Kabel neuartigen Aufbaus, Versuche der Deutschen Reichsbahn mit deutschen Werkstoffen“ und ging damit auf eines der wichtigsten Anwendungsgebiete der neueren organischen Isolierstoffe ein. Nach Kennzeichnung der bei isolierten Leitungen und Kabeln vorwiegend verwendeten ausländischen Stoffe wurde über die Ersparnis-Maßnahmen der Deutschen Reichsbahn im Vergleich mit den Umstellvorschriften des VDE berichtet und anschließend an Hand von Versuchsausführungen die Austauschmöglichkeiten durch Eloxal-Schichten, Kunstseide, Buna, Zellulose-Abkömmlinge und Kunststoffe auf der Basis von Hochpolymeren bei isolierten Leitungen nachgewiesen. Ferner wurden auf dem Kabelgebiet die Versuche der Deutschen Reichsbahn angeführt, um bei Gummikabeln den Kautschuk, bei Erdkabeln das Blei zu sparen, wobei nicht allein dem Kabelaufbau aus neuartigen Kunststoffen, sondern auch den bereits bekannten Baustoffen in geänderter Verwendungsweise Beachtung geschenkt wurde. Zum Schluß wurden die Aussichten der späteren Anwendung nach Beendigung der Versuche erwähnt.

R. Nitsche VDE.

Fachgruppe DI, Elektrophysik.

537 : 621. 3

Aus den ersten Anfängen der Elektrophysik ist erst in jahrzehntelanger Entwicklung eine Elektrotechnik entstanden. Zwischen der Entdeckung des Induktionsgesetzes und der Erfassung des dynamo-elektrischen Prinzips liegt ein Zeitraum von 36 Jahren. Heute ist die Zeitspanne zwischen der physikalischen Erfassung und der technischen Anwendung immer kürzer geworden. Der Elektrotechniker muß deshalb mit Aufmerksamkeit und einem Gefühl für das technisch und wirtschaftlich Mögliche die Weiterentwicklung der Physik verfolgen. An einigen Beispielen wurde vom Einführenden diese Entwicklung im letzten Jahrzehnt aufgezeigt: vom Braunschen Rohr zu den Elektronenlinsen und ihrer Anwendung für Kathodenuntersuchung, Übermikroskop mit 30 000facher Vergrößerung und Fernsehröhren; vom Leuchten der Gase und Dämpfe zur Hochdruckgasentladungslampe; von der Untersuchung des Aufbaues der Atomkerne zur Atomumwandlung und der künstlichen Radioaktivität sowie zur Erzeugung von Strahlen, deren Wirkungen denen von 100 kg Radium entsprechen. Die Fachberichte behandelten andere Teilgebiete der Elektrophysik.

Herr O. C o r d s VDE behandelte die elektrischen Eigenschaften einer Fadenaufhängung des Leiters bei Hochfrequenzkabeln. In einem System von Draht- und Bandwendeln ist der Mittelleiter durch Fäden konzentrisch so fest verspannt, daß er auch bei Krümmungen des Kabels um den 10fachen Kabeldurchmesser seine Lage beibehält. Der resultierende Wert der Dielektrizitätskonstanten liegt bemerkenswert niedrig mit $\epsilon = 1,12$. Der Verlustfaktor wird für 1000 kHz mit etwa 10^{-3} und die Ableitungsdämpfung mit 0,01 Neper/km angegeben. Man erhält so durch einen dielektrisch richtigen Aufbau ein gutes Hochfrequenzkabel. — In einer eingehenden Aussprache wurden dem Fadenkabel die Eigenschaften eines Breitbandkabels mit Frequenzscheibenisolation gegenübergestellt mit einem Verlustfaktor von 10^{-4} bis $2 \cdot 10^{-4}$ und einer Ableitungsdämpfung von 0,002 bis 0,003 Neper/km. Wenn das neue Fadenkabel diese Werte nicht erreicht, so besitzt es den Vorzug einer guten Beweglichkeit. Bei 10 mm Durchmesser beträgt seine Kapazität 25 pF/m. Die innere Gleichmäßigkeit ist gut, auch bewirken etwaige Fadenrisse keine Schwierigkeiten.

Herr L. M e r z VDE berichtete über die Messung und die Aufzeichnung kleinster Gleichspannungen mit einem lichtelektrischen Kompensator. Auf dem Prinzip

des selbstkompensierenden Gleichstromverstärkers beruhend wird ein Gerät entwickelt, bei dem eine angelegte kleine Gleichspannung einen Galvanometerspiegel so lange bewegt, bis der von dem Lichtstrahl unter Zwischenschaltung eines Verstärkerrohres von einer Photozelle ausgelöste Strom an einem Normalwiderstand einen Spannungsabfall hervorruft, dessen Größe der angelegten Spannung gleichkommt. Der verstärkte Photozellenstrom durchsetzt einen Tintenschreiber, so daß der mit ihm aufgezeichnete Strom der angelegten kleinen Spannung proportional ist. Der empfindlichste ausgeführte Meßbereich war $30 \mu\text{V}$ für Endausschlag am Tintenschreiber. Die Spannungskonstante für 1 mm Ausschlag beträgt dabei $0,25 \cdot 10^{-6} \text{ V}$. Mit einer Einstellzeit von 2 s übertrifft das neue Gerät jedes Galvanometer, ebenso auch mit seinem um Größenordnungen kleineren Leistungsverbrauch von $2 \cdot 10^{-17} \text{ W}$ für 1 mm Ausschlag. Die Nullpunktsicherheit, Genauigkeit und schnelle Einstellung wird durch das zusätzliche elektrisch erzeugte Drehmoment wirksam verbessert. Durch die Kompensationsschaltung gehen Fehler immer nur als solche vom Fehler ein, so daß eine Genauigkeit von 0,5 % gehalten werden kann.

In der Aussprache wurden der Einfluß der Zahl, der Lebensdauer und der Temperaturabhängigkeit der Photozellen sowie des Normalwiderstandes und des Tintenschreibers auf die Genauigkeit und Nullpunkts Konstanz noch einmal grundsätzlich klargestellt, wobei sich die vom Vortragenden gegebenen Angaben voll bestätigten, so daß uns ein wertvolles, hochempfindliches Gleichspannungsgerät für die Messung und Aufzeichnung zur Verfügung steht.

Sehr weitgehendes Interesse fand der Vortrag von Herrn P. F e u e r h a k e: Röntgeneinrichtungen für Werkstoffuntersuchung: Aufbau und Verwendung in der Elektrotechnik. Hier wurden zuerst die Erfüllungen der Anforderungen auseinandergesetzt: leicht tragbar und beweglich, hochspannungssicher und strahlengeschützt. Die Leistung kann für Materialuntersuchungen klein gehalten werden, trotzdem muß von der Anode noch eine Wärmeenergie von 1,6 kW und mehr abgeführt werden. Die Spannungsvervielfachung nach Villard erlaubt die Benutzung von zwei kleinen Transformatoren mit nur einem Viertel der Röntgenröhrenspannung. Die Zuleitungen erfordern genügende Länge und bewirken dadurch Verluste. Zu ihrer Vermeidung sind sie deshalb als Hochspannungskabel mit besonderen Kondensatorbelegungen gleichzeitig als Nutzkapazität ausgebildet. Streustrahlung wird durch einen Metallkopf über der Anode mit metallischem Strahlenaustrittsfenster vermieden. Außer dem Aufbau einer Hochspannungsanlage für Grobstrukturuntersuchung wurden noch an Bildern die Anwendungen der Röntgenuntersuchung für elektrotechnische Erzeugnisse, wie Rohrheizkörper, Aluminiumguß-Wasserkocher, vergossene Kabelendverschlüsse, Verguß von Kondensatoren, Fernsprengeräte und Metallsenderöhren, gezeigt. In der lebhaften Aussprache wurden noch die Fragen der äußeren Abmessungen, des Strahlungsschutzes, auch für benachbarte Räume, der Anwendungen in der Flugzeugindustrie an fertig montierten Flugzeugen klargestellt. Ferner wurde noch auf eine neue Röhre hingewiesen, die bei einem Durchmesser des Brennfleckes auf der Anode von nur 0,1 bis 0,2 mm bei 150 kV Spannung einen Strom von 1 mA verträgt.

In dem letzten Vortrage liefert Herr K. S c h a u d i n n VDE einen Beitrag zum Stromdurchgang durch Porzellan bei hohen Temperaturen. Hier wurden Porzellanplatten mit Silberbelägen bei konstanten Temperaturen zwischen 200° und 600° C stundenlang an Gleichspannung gelegt. Es zeigte sich bei hohen Temperaturen keine Stromkonstanz; schließt man die Beläge danach an ein Galvanometer an, so kann noch stundenlang ein Strom fließen, der sogar erst nach einigen Stunden seinen Größtwert

erreicht. Für die Entladeströme werden drei Möglichkeiten diskutiert: Polarisierung, Rückstandsladung aus dielektrischer Aufladung und Thermostrome. Die Beobachtungen werden als Polarisierungseffekte gedeutet, die auf elektrolytische Einwirkung zurückzuführen sind. Die Erscheinungen treten bei Hartporzellanen an tonsubstanzhaltigen, dichten Massen mit einem Anteil von Feldspat auf. Die elektrolytischen Erscheinungen können hier durch das unterschiedliche Verhalten der Kalium- und Natrium-Ionen veranlaßt sein. In der anschließenden Besprechung lieferte Herr Pfestorf VDE wertvolle Ergänzungen zu dem Vorgetragenen. Er konnte zeigen, daß die Widerstandskurven mit fallender Temperatur im Gegensatz zu den Messungen bei steigender Temperatur stets zusammenfallen, wobei Unterschiede um fünf Größenordnungen beobachtet wurden. Eine elektrolytische Reinigung verändert die Leitfähigkeit des Porzellanes. Bei Silberelektroden werden die Silber-Ionen direkt in das Porzellan eingebaut. Die Abscheidungen erfolgen hauptsächlich in unmittelbarer Nähe der Anode. Beim zweiten Aufheizen wird die jungfräuliche Kurve nicht wiedererreicht. Um sie zu erhalten, muß erst eine Porzellanschicht an der Anode abgeschliffen werden. — Weiter wurde darauf hingewiesen, daß fast die ganze hineingeschickte Elektrizitätsmenge wiedergewonnen werden kann. Die Einwanderung ist bisher nur bei Drei-Stoff-Gemischen nachgewiesen. Ob eine Gefügeänderung bei Porzellan oder ein Einwandern von Ionen bei Quarz stattfindet, ist noch nicht geklärt. Wohl ist ein Hindurchwandern von Kupfer-Ionen bei Glimmer beobachtet worden.

E. L ü b c k e.

Fachgruppe D II, Steuerung, Regelung, Schutzschaltung.

621. 316. 7 + . 9

In dem vielgestaltigen Gebiet der Steuerungen und Regelungen gibt es Aufgaben, die sowohl mechanisch als auch elektrisch gelöst werden können. Hier findet der Elektrotechniker, der sich bemüht, elektrische Lösungen für eine gestellte Aufgabe zu bringen, meist eine hochentwickelte Technik vor, und er wird in vielen Fällen zu dem Schluß kommen, daß die mechanische Lösung technisch und wirtschaftlich von einer elektrischen Lösung nicht übertroffen werden kann. Es gibt aber auch Gebiete, in denen die elektrische Lösung die unumschränkte Vorherrschaft hat. Dies trifft zu, um nur die wichtigsten Fälle zu nennen, bei Steuerungen über große Entfernungen, Regelungen, die verzögerungsfrei arbeiten sollen, und allen Einrichtungen, die auf sehr geringe Energiemengen reagieren müssen. Es ist also kein Zufall, wenn die auf der Kölner Tagung vorgelegten Fachberichte aus dem Gebiet der Steuerung und Regelung Sonderaufgaben behandeln, für die eine der obigen Voraussetzungen vorliegt.

Die photoelektrische Zelle hat dank ihrer Eigenschaften den elektrischen Steuerungen eine ungeahnte Fülle von Verwendungsgebieten erschlossen. Die Schnelligkeit der Reaktion ($< 10^{-9}$ s), die Verwendung masseloser Fühlhebel in Gestalt von Lichtstrahlen oder die unsichtbare Abtastung durch Wärmestrahlen, ferner die Reaktion der Photozelle auf Helligkeits- und Farbunterschied ergeben Verwendungsmöglichkeiten auch an Stellen, die bisher den Einsatz eines Menschen erforderten. Herr H. Noack stellte in seinem Bericht über „Lichtelektrische Geräte zur Betriebsüberwachung“ eine Anzahl von verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten der Photozelle zusammen. Man gewann den Eindruck, daß noch weite Gebiete der Erschließung harren.

Fernsteuereinrichtungen, die von einer Zentralstelle aus eine große Zahl von Empfängern zu steuern hatten,

bedienten sich, wenn keine besonderen Hilfsleistungen vorhanden waren, bisher meist einer überlagerten Hoch- oder Tonfrequenz auf vorhandenen Stark- oder Schwachstrom-Verbindungsleitungen. Beim Transkommandosystem wird das Stromverteilungsnetz selbst durch rhythmische kurzzeitige Unterbrechung einer Phase zur Übertragung der Steuerimpulse verwendet. Herr F. Krautwig zeigte in seinem Fachbericht „Das Transkommandosystem unter besonderer Berücksichtigung der Rückwirkung auf das Drehstromnetz“ neben der grundsätzlichen Wirkungsweise des Transkommandosystems, daß die Tastung einer Phase im Drehstromnetz weder für das Netz selbst, noch für die angeschlossenen Verbraucher nachteilig spürbar wird. In der Aussprache wurde gezeigt, daß die Rückwirkung der Tastung auf Betrieb und Verbraucher nicht nur versuchsmäßig ermittelt werden kann, sondern auch der Rechnung zugänglich ist.

Die Regelung der Spannung in Drehstromnetzen erfolgt im allgemeinen mit Hilfe von Stufenwählern, und auch Gleichstromnetze wurden früher bei Batteriespeisung stufenweise geregelt. Der Quecksilberdampf-Gleichrichter gibt in Gestalt der Gittersteuerung die Möglichkeit einer stufenlosen Regelung der Gleichspannung. Herr G. Krahl zeigte in seinem Bericht „Neuere Stromrichtersteuerverfahren und ihre praktische Verwendung“, wie durch Verwendung einer rechteckförmigen statt sinusförmigen Gitterspannung eine besonders exakte Steuerung der Anoden erfolgen kann, wie man weiter durch Verbindung dieses Steuerverfahrens, z. B. mit einem Öldruckregler, eine Reihe von Sonderaufgaben, z. B. Konstantstrom-, Konstantspannungs- oder Konstantleistungsregelung, lösen kann, und wie gleichmäßige oder gewollt ungleichmäßige Aufteilung der Leistung auf parallel laufende Gleichrichter und bei Verwendung vormagnetisierter Gittertransformatoren komprimierte Regelungen erzielt werden.

Auch in Wechselstromnetzen wird manchmal die Forderung nach einer stetigen und vor allen Dingen verzögerungsfreien Spannungsregelung gestellt. In seinem Bericht „Die Wirkungsweise und Eigenschaften magnetischer Netzspannungs-Gleichhalter“ zeigte Herr R. Miehlich VDE, wie durch die Kombination von eisengesättigten Drosselspulen und Kondensatoren ein ruhender Spannungsregler gebaut werden kann, der innerhalb weiter Schwankungen der Primärspannung und der Belastung, falls diese ihren $\cos \varphi$ nicht ändert, eine fast konstante Verbraucherspannung abgibt. Die elektrischen Eigenschaften des Reglers wurden an Hand eines übersichtlichen Vektorbildes erläutert. Da bei plötzlichen Änderungen von Primärspannung oder Belastung die Verbraucherspannung schon nach wenigen Halbperioden wieder ihren Sollwert hat, darf der Regler als praktisch trägheitslos bezeichnet werden.

W. Sch ä f e r VDE.

Fachgruppe D III, Steuerung, Regelung und Schutzschaltung.

621. 316. 7 + . 9

Da im vorigen Jahre Fachberichte über „Schutzschaltungen“ nicht erstattet wurden, wird bei der nachfolgenden Übersicht auch die Entwicklung der Schutzschaltungen in den letzten zwei Jahren gestreift. In den Netzen, die für den Verbundbetrieb in erster Linie in Frage kommen, also den 100 kV-Netzen, überwiegen heute die azyklischen Relais-schaltungen, bei denen im Doppelerdschlußfalle die Fehlerstelle in einer bestimmten Phase vor der zweiten bevorzugt abgeschaltet wird, während die dritte Phase bewußt von der Abschaltung ausgeschieden wird. Die azyklischen Schaltungen sind in der Regel als Einrelaisschaltungen aufgebaut; ihr prozentualer Anteil in den Netzen ist stark gestiegen, damit also der Zusammenschluß erleichtert.

Herr Stark VDE beschreibt in seinem Bericht ein neues Widerstandszeitrelais, das auch in erster Linie für Einrelaisschaltungen bestimmt ist. Typisch für dieses Relais ist sein Meßglied, dem Spannung und Strom, nachdem sie vorher gleichgerichtet sind, zugeführt werden. Auf diese Weise ist der Einfluß des Kurzschlußwinkels zwischen Strom und Spannung ausgeschieden und das Relais ist ein reines Impedanzrelais. Als Kipprelais kippt es bei Unterschreiten eines gewissen Impedanzwertes in die Auslösestellung. Durch stetige oder stufenweise Veränderung von Widerstandskombinationen wird der Kippunkt des Relais so lange geändert, bis die Auslösung erfolgt. Die Auslösekenlinie ist innerhalb weiter Grenzen einstellbar.

Maßgebend für den Aufbau als Impedanzrelais war die Erfahrung, die zeigte, daß man Impedanzrelais meist verwenden kann, ohne unangenehme Lichtbogenschwierigkeiten zu erhalten. Reaktanzrelais werden heute dort angewandt, wo bei kurzen Leitungen der dann verhältnismäßig große Lichtbogenwiderstand ein schnelles Auslösen des Impedanzrelais verhindern würde. Die sorgfältige Durchbildung der Einrelaisschaltungen hat dazu geführt, daß sie eine sehr große innere Beweglichkeit besitzen. Sie sind in der Lage, dem Wechsel von Fehlern während des Ablaufs des Meß- und Schaltvorganges zu folgen und sich auf diese Änderung einzustellen, ohne daß Zeitverzögerungen entstehen. Auf diese Weise wird es auch möglich, Reihenfehler oder Mehrfachfehler mit recht gutem Erfolge zu bekämpfen, vorausgesetzt, daß gewisse Bedingungen bezüglich der Eigenschaften der Relais, ihrer Schaltung und der Schaltung des Netzes erfüllt sind.

Hierüberberichtete Herr H. Titz VDE. Er stellte fest, daß Schwierigkeiten für das Arbeiten des Selektivschutzes dann auftreten können, wenn Kurzschlußströme zweier oder mehrerer Kurzschlußstellen einander überlagern. Die Ströme können sich dabei im Relais addieren oder auch subtrahieren, so daß sich die Auslösezeiten der Relais ändern und nicht mehr dem vorgesehenen Plan entsprechen. Fehlschaltungen können auch dann entstehen, wenn während des Ablaufs der Relais an anderen Netzstellen ein neuer Fehler hinzutritt. Diese unangenehme Wirkung bei Mehrfachfehlern vermeidet man, indem man das Netz selbst anders zusammenschaltet, oder auch, indem man die Auslösezeiten der Relais möglichst kurz wählt. In der sehr lebhaften Aussprache zu diesem Fachbericht wurde darauf hingewiesen, daß eine ganze Reihe von Mehrfach- und Reihenfehlern, wie die Erfahrung der letzten Jahre zeigt, richtig abgeschaltet wird, wenn das Schutzsystem diesen Verhältnissen angepaßt ist, daß aber andererseits auch Fehlerkombinationen auftreten können, bei denen der Selektivschutz nicht mehr in der Lage ist, den Verhältnissen zu folgen, da die von den Relais festgestellten Meßwerte mehrdeutig sind.

Es besteht Aussicht, hier mit einem ganz anderen Verfahren Erfolge zu erzielen. Dabei wird, sowie ein Kurzschluß im Netz auftritt, eine Abschaltung vorgenommen, so daß die Fehlerstelle stromlos wird. Nach möglichst kurzer Frist erfolgt eine Wiedereinschaltung. Ist der Fehler durch diese kurzzeitige Unterbrechung der Stromzufuhr nicht beseitigt, so erfolgt die weitere Abschaltung durch den normalen Selektivschutz. Vielfach wird aber der Fehler (Lichtbogen) durch die kurzzeitige Stromunterbrechung beseitigt sein, so daß das Netz weiterbetrieben wird, als wenn die Störung gar nicht stattgefunden hätte. Dieser Weg bietet darum Aussichten bei Bekämpfung von Mehrfachfehlern, weil bei ihr nicht nur eine von mehreren Fehlerstellen, sondern alle gleichzeitig stromlos gemacht werden. Ob man besser das in Erprobung befindliche Verfahren der Abschaltung und Wiedereinschaltung verwendet oder etwa einen weiteren Punkt des Netzes kurzschließt und diesen Kurzschluß wieder unterbricht, muß die Zukunft lehren.

In Fällen, in denen durch irgendwelche Störungen der Stromverbraucher von seiner Stromquelle ganz getrennt

wird, springen Notstromquellen ein, die so bemessen werden, daß sie wenigstens diejenigen Verbraucher speisen können, deren Betrieb keine Unterbrechung erleiden darf. Es werden vielfach statt der früher üblichen Akkumulatorbatterien besondere von Verbrennungskraftmaschinen angetriebene Generatoren benutzt. Herr Stössinger VDE gab einen Überblick über die verschiedenen Mittel der „Selbststeuertechnik“ von Notstromsätzen zur Kürzung der Anlaufzeiten, ferner über die Möglichkeiten, während der Anlaufzeit die Stromversorgung aufrechtzuerhalten, über günstige Verbraucherschaltungen und schließlich über die zweckmäßigen Verfahren zur Spannungshaltung bei Laststößen.

Auf dem Gebiet „Regelung“ brachte Herr Wier VDE die Ableitung eines Gesetzes, nach dem die Last auf Maschinen verteilt werden muß, wenn der Gesamtwirkungsgrad der Anlage auf seinen Höchstwert gebracht werden soll. Das Gesetz gilt selbstverständlich allgemein für beliebige Energiequellen (Wasserkraft- oder Dampfkraftantrieb). Nach ihm ist die Einsatzfolge der einzelnen Maschinen bei Lastzunahme und der Augenblick des Inbetriebgehens zu wählen. Eingehend wurde die Lastverteilung bei Dampfturbinen mit kombinierter Drosselregelung behandelt. Beim Verbundbetrieb wird von der Lastverteilerstelle den einzelnen Kraftwerken aufgegeben, welchen Anteil von der Gesamtlast sie zu übernehmen haben, damit der beste Gesamtwirkungsgrad erreicht wird. Durch eine recht einfache Automatik kann die richtige Lastverteilung nach dem „Gesetz des gleichen Energiezuwachses“ selbsttätig erfolgen.

R. Schimpf VDE.

Gruppe EI, Telegraphie und Telephonie.

621. 394/+. 395

Durch die Erfindungen der neueren Zeit, Pupinisierung von Leitungen, Verstärker und Kettenleiter, sind die Möglichkeiten für die Ausnutzung der Leitungen des Fernmeldedienstes sehr erheblich gestiegen. Dementsprechend sind die Fernmeldedienste Telegraphie und Fernsprechen anhaltend bemüht, ihre eigene Entwicklung dieser Tatsache anzupassen und die Leitwege zuverlässig zu gestalten. Die Verbesserung des Fernsprechfernverkehrs hatte natürlich zunächst eine Verminderung des Telegrammverkehrs zur Folge. Jedoch arbeitet die Telegraphie rastlos daran, die Entwicklung nach den neuen Möglichkeiten zu führen, neue Verwendungsgebiete zu erringen und die Apparate zu größerer Betriebssicherheit und Leistung zu vervollkommen. Neue Fragen haben sich aus der Entwicklung ergeben, so die des zweckmäßigen Aufbaues der Leitungen (Verwendungsbereich der Spulenleitungen oder spulenlosen Leitungen), die Grenzen zwischen Fernsprechen und Telegraphie, ferner der zweckmäßigsten Richtungsgebung für die Entwicklung der Betriebsmittel. Dazu treten die Erwägungen über die richtige Rohstoffverwendung.

Im ersten Vortrag „Elektrische Nachrichtenübermittlung und Frequenzen“ untersuchte Herr Ulfilas Meyer VDE die Frage, wie die Leitungen am vorteilhaftesten von dem Gesichtspunkt aus zu benutzen wären, welche Verkehrsmengen sich unter Verwendung der verschiedenen Dienste abwickeln lassen. Besondere Bedeutung kommt dabei dem Verhältnis der für die Übermittlung gebrauchten Frequenzbandbreite zu. Unter Zugrundelegung der Telegraphie mit dem Springschreiber nach dem Fünferalphabet ergibt sich, wenn die Telegraphiergeschwindigkeit mit n -Buchstaben für die Minute gerechnet wird, die Breite des Frequenzbandes für einen Telegraphierkreis zu $0,1 \cdot n$ Hz. Beim Fernsprechen sind die Frequenzen durch die akustischen Schwingungen der menschlichen Stimme festgelegt; entsprechend der z. Z.

noch geltenden Ansicht wird das Frequenzband mit 300 bis 2400 Hz angesetzt. Bei der Bildtelegraphie wird bei den jetzt üblichen Apparaten ein Bild von 13 · 18 cm mit einer Rasterung von $5\frac{1}{2}$ Linien je mm und einer Umdrehungsgeschwindigkeit von 60 U/min übertragen. Dies entspricht einer Frequenz von 480 Hz. Beim Fernsehen schließlich ist bei 25 Bildwechseln und 441 Zeilen mit einer Frequenz von ungefähr 3 000 000 Hz zu rechnen. Bei einem Vergleich der Übertragungsarten müssen die Bildübertragungen und die Fernsehübertragungen als besondere, ganz bestimmten Zwecken dienende Fernmeldeübertragungen ausscheiden. Es bleibt dann übrig, das Verhältnis von Telegraphie zum Fernsprechen zu betrachten. Als Einheit wird der Buchstabe gewählt. Unter Zugrundelegung der Sprechgeschwindigkeit von 1000 Buchstaben in der Minute bei gewöhnlichem Sprechen beträgt das Verhältnis von Buchstaben in der Minute zur Frequenzzahl ein Drittel, bei der Telegraphie ist sie gleich 2 zu setzen, bei der Bildtelegraphie entspricht sie etwa der Zahl Eins. Berücksichtigt man unvermeidliche Nebenleistungen, so ist praktisch die Nachrichtenmenge, die mittels Fernschreibers in einem Sprechband übermittelt werden kann, zehnmal so groß wie die mit Fernsprecher zu übertragende. Bei der Entwicklung des Leitungsnetzes sollte diesen Verhältnissen Rechnung getragen werden, sie sollten mindestens bei der Planung mit in Betracht gezogen werden.

Herr Heinrich Fülling behandelte zugleich im Namen von Herrn Valentin Gandtner die „Fernwahl auf Zweidrahtleitungen für gleichzeitiges Telegraphieren und Fernsprechen“. Bei der zunehmenden Einführung der Fernwahl auf Fernsprechleitungen wird die Notwendigkeit eintreten, Zweidrahtleitungen sowohl für das Telegraphieren als auch für die Fernwahl zu benutzen, weil nicht genügend Leitungen zur Verfügung stehen werden, um dafür getrennte Wege zu haben. Dies läßt sich erreichen, wenn das Frequenzband unterhalb der Sprache durch elektrische Siebe in einen Gleichstromkanal für Telegraphie und einen Wahlkanal mit 150 Hz als Träger aufgeteilt wird. Die Aufteilung ergibt sich zwangsläufig aus der Forderung, daß bei einer Telegraphiergeschwindigkeit von 50 Baud bzw. einer Ablaufzeit der Wählerscheiben von 0,6 s für beide Arten ein Band von je ± 50 Hz erforderlich ist. Zweckmäßig wird der Telegraphie das Frequenzband 0 bis 50 Hz, der Wechselstromfernwahl das Band von 100 bis 200 Hz zugewiesen, wobei die Fernwahl dann über den Träger von 150 Hz arbeiten müßte. Die Übertragungsbänder würden durch genügende Abstände voneinander getrennt. Die Telegraphierweichen sollen den Scheinwiderstand des Sprachbandes um nicht mehr als 10 % verändern, und die zusätzliche Dämpfung soll nicht mehr als 0,06 Neper betragen; diese vom CCIF empfohlenen Bedingungen lassen sich einhalten. Zwischen dem eigentlichen Sende- und Empfangsteil der Fernwahlschaltungen und der zugehörigen Relaisübertragung muß eine sorgfältige Scheidung erfolgen. Die Wirkungsweise der für diese Schaltungen entwickelten Einrichtungen wird an der Hand von Lichtbildern erläutert.

In einem weiteren Vortrag behandelte Herr Walter Wild, Berlin, den „Schutz selbsttragender Luftkabel gegen Beschädigung durch Blitzschlag“. Die selbsttragenden Luftkabel haben sich mit ihren technischen Eigenschaften bewährt. Da man größere Spannweiten mit ihnen leicht überbrücken kann, ist es besonders erwünscht, die Kabel an Hochspannungsgestängen unter den Phasen oder auch an Stelle des Erdseils an den Mastspitzen aufzuhängen. Dann muß aber besondere Rücksicht darauf genommen werden, daß das Kabel gegen schädliche Wirkungen aus atmosphärischen Entladungen geschützt wird. Das Auftreten eines Lichtbogens zwischen der Bewehrung und dem Bleimantel muß verhindert werden, indem über die ganze Länge des Kabels oder wenigstens in sehr kurzen Abständen eine leitende Verbindung zwischen Bleimantel und Bewehrung geschaffen wird, die man z. B. in das

Polster zwischen Bleimantel und Bewehrung einlegt. Messungen haben gezeigt, daß in der überwiegenden Zahl der Fälle die Blitzströme in der Größenordnung von 30 bis 70 kA liegen. Der zeitliche Verlauf des Stromes kann sehr verschieden sein, meist hat man jedoch einen sehr raschen Anstieg in wenigen μ s festgestellt und einen langsameren Wiederabfall in 30 μ s. Die zwischen dem Bleimantel und den Bewehrungsdrähten liegende magnetische Zwischenschicht der Bandeisenspiralen wirkt dem zu schnellen Anstieg des Stromes im Bleimantel entgegen und drängt den Blitzstrom in die Tragdrahtbewehrung. In Abbildungen wurde gezeigt, wie die Überlegungen durch die Versuche bestätigt worden sind. In Verbindung mit den getroffenen Maßnahmen muß auf eine gute Erdung der Tragmasten geachtet werden.

Herr F. Schiweck VDE erläuterte die „Fort-schritte in der Technik der Telegraphenrelais“. Im Zusammenhang mit der neuen Anwendung der Telegraphie auf den betriebssicheren Leitungen werden erhöhte Anforderungen an die Telegraphenrelais gestellt. Der Stromverlauf in der Wicklung eines Relais ist in erster Linie entscheidend für seine Arbeitsverhältnisse. Ein steiler Anstieg des Stromes vermittelt einen steilen Feld- bzw. Kraftverlauf und damit eine größere Beschleunigung des Ankers und umgekehrt. Relais in Ortskreisen u. a. werden daher grundsätzlich mit steilfrontigen Zeichen betrieben, damit die Schaltzeiten möglichst klein und die Steuerzeichen des Telegraphenapparates möglichst abstandsgetreu weitergegeben werden. Hinsichtlich der Empfindlichkeit wird zwischen statischer und dynamischer Empfindlichkeit unterschieden. Bei dem Aufbau der Relais muß besonders darauf geachtet werden, daß die Verlustzeiten, nämlich die Anlaufzeit, die Hubzeit und die Prellzeit, kleingehalten werden, während die Haltezeit einen möglichst großen und vor allen Dingen gleichmäßigen Teil der Gesamtzeit ausmachen soll. Hierüber werden theoretische und praktische Ausführungen gemacht. Es wird gezeigt, wie die neuartigen Telegraphenrelais den Anforderungen gerecht werden. Insbesondere haben sie sich bewährt bei den Fernschreibverbindungen, bei denen 24 Relais in einer Verbindung liegen können. Im Auslandsverkehr kann diese Zahl auch auf das Doppelte erhöht werden. Die Relais haben aber mit der sonstigen Entwicklung derartiger Schritt gehalten, daß von diesem Gesichtspunkt aus auch auf den zwischenstaatlichen Verkehr keine Befürchtungen zu hegen sind. A. M e n t z VDE.

Fachgruppe E II, Telegraphie und Telephonie.

621. 394 + . 395

Die Vorträge der Fachgruppe E II waren der Trägerfrequenztelephonie gewidmet, die heute die Entwicklung der Übertragungstechnik beherrscht. Dieses Übertragungsverfahren, das wegen seiner wirtschaftlichen Vorteile (Mehrfachausnutzung der Leitungen) auf Freileitungen schon seit längerer Zeit eingeführt ist, hat in neuerer Zeit auch in der Fernkabeltelephonie große Bedeutung erlangt, und zwar einmal, weil bei dem seitherigen Fernkabelsystem mit Pupinspulen die zunehmende Länge der Verbindungen mit Rücksicht auf die Laufzeit zu einer immer weiteren Verringerung der Induktivität zwang, wodurch die Leitungskosten stark erhöht, gleichzeitig aber auch infolge Erhöhung der Grenzfrequenz Raum für Trägerfrequenzkanäle frei wurde, und andererseits, weil in den für die Zwecke des Fernsehens entwickelten Breitbandkabeln unterhalb des für das Fernsehen benötigten Frequenzbandes ein Frequenzbereich von etwa 0 bis 1000 kHz fast kostenlos zur Verfügung gestellt war, in dem mehrere hundert Trägerfrequenzgespräche untergebracht werden können.

Nachdem der Einführende in seinem einleitenden Bericht diese Entwicklung und den heutigen Stand der

Technik kurz geschildert hatte, berichtete zunächst Herr A. Schmid über das bei der Deutschen Reichspost in Einführung begriffene Trägerfrequenzsystem für Breitbandkabel (B-System), das in einem Frequenzband von 90 bis 690 kHz 200 Fernsprechanäle mit einem Trägerfrequenzabstand von 3 kHz unterbringt, und insbesondere über die technischen und konstruktiven Einzelheiten der dabei verwendeten Endschaltungen. Bemerkenswert ist dabei die Verwendung von Styroflex als Dielektrikum für die Kondensatoren der Wellenfilter, ferner die Weiterentwicklung der Ringmodulatoren mit Kupferoxydul-Gleichrichtern, die früher nur bis etwa 100 kHz, heute aber für den gesamten Frequenzbereich (bis 700 kHz) verwendet werden, und schließlich die Trägerstromversorgung, die neuerdings durch einstufige Röhrengeneratoren erfolgt, die zwecks genauerer Einhaltung der Sollfrequenz an einen hochkonstanten Grundgenerator mit Vervielfachungseinrichtung angeschlossen sind, von dem sie mitgezogen werden.

Der Vortrag des Herrn Häßler VDE befaßte sich mit der Frage der Zahl der Modulationsstufen, insbesondere bei dem bei der Deutschen Reichspost eingeführten „U-System“, das dazu dient, auf unpupisierten normalen papierluft-raumisolierten Fernkabelleitungen in einem Frequenzbereich bis etwa 60 kHz 15 bis 18 Trägerfrequenzgespräche zu übertragen. Da bei allen diesen Systemen immer nur eines der beiden bei der Modulation erzeugten Seitenbänder übertragen wird, muß das nichtbenutzte Seitenband durch Filter abgetrennt werden. Führt man die Modulation in nur einer Stufe durch, so werden an diese Filter sehr hohe Anforderungen gestellt, weil der Übergang vom Durchlaß- zum Sperrbereich sich in einem außerordentlich kleinen Frequenzintervall vollziehen muß. Man hat diese Schwierigkeit bisher durchweg, sowohl im Auslande wie in Deutschland, durch Modulation in mehreren Stufen überwunden. Der Vortragende zeigte, wie man durch Anwendung der von ihm entwickelten Spezialfilter ohne Mehraufwand auch ein U-System mit nur einer Modulationsstufe bauen kann, und wie man mittels der gleichen Filter auch bei der Trägerfrequenztelefonie auf Freileitungen wesentliche Vorteile erzielen kann.

Sodann behandelte Herr Kluge VDE die sehr wichtige Frage der Reichweite von U-Kanälen. Diese Reichweite ist dadurch bestimmt, daß der Übertragungspegel nach unten durch das Röhrenrauschen, nach oben durch die Aussteuerungsfähigkeit der Zwischenverstärker begrenzt ist und beide Einflüsse mit der Leitungslänge zunehmen. Der Vortragende zeigte, wie man hiernach die Reichweite solcher Verbindungen vorausberechnen kann und daß das Rechnungsergebnis in guter Übereinstimmung mit Streckenversuchen steht.

Der letzte Vortrag des Herrn Wuckel VDE befaßte sich mit Kabelfragen, insbesondere mit der Frage, ob es möglich ist, die für die beiden Verkehrsrichtungen erforderlichen Leitungen in einem Kabel zusammenzufassen. Der Vortragende berichtete über eingehende Versuche, aus denen hervorgeht, daß eine solche Zusammenfassung nicht nur für die eigentlichen Breitbandkabel vom konzentrischen Typ durchführbar ist, sondern daß es auch in dem wesentlich schwierigeren Falle eines Vielfachkabels mit einer größeren Zahl papierlufttraumisolierter Sternvierer, wie es für das U-System in Frage kommt, bei Einhaltung gewisser Vorsichts- und Abschirmungsmaßnahmen durchaus möglich ist, die Vierer für beide Sprechrichtungen im gleichen Kabel unterzubringen und dadurch erheblich an Kosten zu sparen.

An jeden der vier Vorträge schloß sich eine lebhaftete Aussprache an, die ebenso wie der sehr gute Besuch das große Interesse bekundete, das den behandelten Fragen entgegengebracht wurde.

H. Busch VDE.

Gruppe E III, Funktechnik.

621. 396

Es wird ein Überblick gegeben über die Entwicklung der Rundfunktechnik in den letzten 5 Jahren. — Alle Großsender wurden auf 100 kW gebracht, 3 Gleichwellensysteme ausgestaltet, der Drahtfunk begonnen. Ein wesentlicher Fortschritt bedeutete die Einführung der Anodenmodulation. Die gesamte verstärkte Sprachleistung wird über einen 100 kW-Transformator (Frequenzbereich 30 bis 10 000 Hz) der Anode zugeführt. Der Gesamtwirkungsgrad der Anlage steigt dadurch von 21,5 % auf 31 %. — Herr A. Gehrts VDE und Herr A. Semm VDE berichten über die Arbeiten der Reichspost, im besonderen darüber, wie durch die Verbesserungen der Röhren und der Stromversorgung die Zuverlässigkeit der Rundfunksender gesteigert werden konnte. Alle Senderröhren bis 3 kW wurden ersetzt durch Röhren mit thorierter Kathode. — Für die Hochspannungsspeisung konnten neben den Anodengleichrichtern mit flüssiger Quecksilberkathode Gleichrichter mit geheizter Kathode bis 500 kW Leistung zur Einführung kommen. Der Übergang von der Heizmaschine zum unmittelbar am Sender angeordneten Netzanschluß und Plattengleichrichtern bedeutete eine wesentliche Vereinfachung im Aufbau der Sender. — Herr W. Reichardt berichtet über die Technik und technische Organisation der Reichsrundfunkgesellschaft und darüber, wie die Sender von den neuzeitlichen Rundfunkhäusern aus gesteuert werden. Der Einbau umfangreicher Verständigungs-, Überwachungs- und Umschalteneinrichtungen war erforderlich, um eine flüssige Sendefolge zu erzielen. Neuerdings werden die Verstärker nicht mehr zentralisiert aufgestellt, sondern jeder Senderraum erhält gesonderte Sende- und Verstärkeranlagen. Große technische Anforderungen bedingte der Einsatz für Außenübertragung von politischen und aktuellen Ereignissen (Olympiade). Die neuen, jederzeit sendefertigen Übertragungswagen, teilweise mit Kurzwellen ausgerüstet, haben sich besonders bewährt beim Einmarsch in Österreich.

Herr K. Steimel berichtet über die Entwicklung der Empfangstechnik, besonders der Röhren und der durch die Röhren bedingten Schaltungen. Der Überlagerungsempfänger, der heute den Markt beherrscht, war gebunden an die Schaffung zuverlässiger Mischröhren. Für die Bemessung einer neuen Röhrenserie, der Stahlröhren, waren die Gesichtspunkte: Verkleinerung der Heizleistung zur Abschwächung des Raumladungskapazitätseffektes, Verbesserung der Hochfrequenzregelkurve zwecks Verminderung der Hochfrequenzverzerrungen durch Einführung der „gleitenden Schirmgitterspannung“, eine Niederfrequenzregelröhre mit einem konstanten kleinen Klirrfaktor, Endröhren mit Profilkathode zur Vermeidung von Durchgriffsverzerrungen und zur Erzielung höherer Steilheit und Endröhren mit kleinstem Leistungsverbrauch für Kraftwagenempfänger. Es konnte jede Verzerrung und Disharmonie im Empfänger beseitigt werden. Gegenüber 1933 konnte so die Empfindlichkeit des Empfängers auf das 5 fache, die Trennschärfe auf das 10 fache, die Ausgangsleistung auf das 4 fache erhöht werden.

Herr H. Gerwig VDE berichtet über die Arbeiten der Deutschen Reichspost auf dem Gebiete der Senderantennen. Die zur Zeit beste Lösung ist die angenähert $\frac{1}{2}$ Wellenlänge hohe schwundverminderte Antenne, ein selbstschwingender Eisenmast. Es wird empfohlen, die Abspannung des Selbstschwingers derart und so oft zu unterteilen, daß an jedem Isolator angenähert die gleiche Spannung zu liegen kommt. Die mit dem Mast beherrschbare Hochfrequenzleistung kann dann wesentlich gesteigert werden.

A. Meißner VDE.

Das Jungingenieurtreffen 1938 in Köln.

Wiederum hatten sich über 200 Jungingenieure zur Teilnahme an der 40. Mitgliederversammlung des VDE in Köln eingefunden. Ein besonderes Treffen wurde am Sonntag, dem 22. Mai, vor Beginn der Mitgliederversammlung veranstaltet.

Herr Direktor H. Franken VDE, VDE-Bezirk Köln, hob in seiner Begrüßungsansprache hervor, daß sich früher, sehr zum Schaden der technischen Arbeit, zwischen jung und alt eine Kluft auftat. Heute ist dieser Zustand überwunden. Die Frage des technischen Nachwuchses steht heute im Hinblick auf den Kampf um wirtschaftliche Unabhängigkeit mit an erster Stelle.

Herr Franken wies ferner darauf hin, wie wichtig für jeden Ingenieur neben dem fachlichen Wissen und Können und seiner stetigen Pflege und Vertiefung die Entwicklung der Führungseigenschaften und das Hineindenken in das politische Leben und die Ausrichtung nach den Zielen der ganzen Nation ist.

Sodann hielt der Reichsschulungswalter des NSBDT., Herr Emil Maier, den Hauptvortrag des Abends über „Die Ethik des

Ingenieurberufs“. Von der Frage des technischen Nachwuchses ausgehend kam Herr Maier auf die Bedeutung der Technik zu sprechen. Er wies darauf hin, daß man oft nur rein äußerlich die Technik nach ihrer materiellen Seite beurteile, und daß nur wenige begreifen, daß die Technik auch schon frühere Epochen der Menschheitsgeschichte auf das tiefste bestimmte. In jüngster Zeit und besonders in der Zeit vor der Machtergreifung hat man oft in der Technik eine Gefahr gesehen, die den Menschen brotlos machen würde, und besonders war es die sog. Rationalisierung, die auch teilweise in den Reihen der Werktätigen selbst Zweifel an dem Segen der Technik aufkommen ließ. Adolf Hitler zeigte erst, daß die Technik nicht der Feind, sondern der beste Freund des Menschen ist, und der Erfolg hat ihm recht gegeben; er hat bewiesen, daß, wenn die Technik mit Seele und Einsicht betrieben wird, sie jedem nutzt und jedem förderlich ist. Die Erkenntnis dieser Zusammenhänge und das Wissen um die Gestaltungskräfte der Technik lassen den Ingenieurberuf in einem anderen Licht erscheinen. Wenn der Ingenieur vornehmlich die ideelle Seite der Technik pflegt, so wird er sich innerhalb der Volksgemeinschaft die Stellung und das Ansehen verschaffen, das ihm zukommt. Er wird dann selbst über seine Arbeit verfügen und seine Werke führen und so mitarbeiten an dem Gesamtschicksal der Nation. Wenn also die Nachwuchsfrage im Ingenieurberuf durch-

greifend gelöst werden soll, muß, nachdem der politische Idealismus in unserem Volk so durchgreifend Fuß gefaßt hat, bei der Werbung um jeden jungen Menschen zum Ingenieurstudium vor allem die ideelle Seite seines zukünftigen Berufs betont werden. Mit dem Appell an alle, in diesem Sinne im eigenen Kreise zu wirken, schloß der Vortragende seine mit reichem Beifall aufgenommenen Ausführungen.

Anschließend sprach Herr Dr.-Ing. Maurer VDE über den „Verbundbetrieb von Elektrizitätswerken“. Herr Maurer setzte auseinander, was unter Verbundbetrieb zu verstehen ist und welche Aufgaben

er innerhalb der Elektrizitätswirtschaft zu erfüllen hat. Der Verbrauch elektrischer Energie folgt bestimmten Gesetzmäßigkeiten, je nachdem, ob es sich um Haushaltstrom, gewerblichen oder industriellen Verbrauch handelt. Übernimmt ein einziges Kraftwerk die Stromlieferung nach einer Belastungskurve mit mehreren stark ausgeprägten Spitzen, so muß neben der nötigen Reserve das Kraftwerk die Leistung besitzen, die der Höchstlast entspricht, die vielleicht nur wenige Minuten am Tage auftritt. Ein ge-

wisser Ausgleich könnte durch Lieferung von elektrischer Arbeit an verschiedene Stromverbraucher, z. B. elektrische Bahnen, industrielle Betriebe, Rohstoffwerke usw., geschaffen werden. Diese Durchmischung von Belastungen wird aber ein einzelnes Elektrizitätswerk in dem von ihm zu versorgenden Gebiet selten vorfinden, woraus sich die Notwendigkeit ergibt, mehrere Elektrizitätswerke unter sich und mit dem Verbraucher zu verbinden.

Der Vortragende kam dann auf den Einsatz der Wasserkraftwerke zu sprechen und erläuterte die Betriebsweise der reinen Laufkraftwerke bzw. der Speicherkraftwerke. Er legte dar, daß beispielsweise durch Verbindung zwischen Speicherwasserkraftwerk und Dampfkraftwerk, wobei das letztere die Grundlast fährt und das Speicherkraftwerk die Spitzen übernimmt, das Ziel der Verbundwirtschaft, die elektrische Energie dem Verbraucher möglichst preiswert und möglichst sicher zur Verfügung zu stellen, annähernd erreicht werden kann. Auch die Reservehaltung der Maschinen kann durch solchen Parallelbetrieb von Kraftwerken herabgesetzt werden.

Der Verbundbetrieb ist infolge seiner außerordentlichen Leistungsfähigkeit in der Lage, so schloß der Vortragende, die Aufgaben zu lösen, die der deutschen Energiewirtschaft durch den Führer gestellt worden sind.

H. Hasse VDE.



Abb. 1. Der Reichsschulungswalter des NSBDT., Herr Emil Maier, bei seinem Vortrag vor den VDE-Jungingenieuren.

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernsprecher: 30 06 31. — Postscheckkonto: Berlin 213 12.
Postscheckkonto für Mitgliedsbeiträge: Berlin 1810 00.

An unsere Mitglieder!

Die **Mitgliedsbeiträge** für das 2. Halbjahr 1938 werden fällig und sind bis

10. Juli 1938

auf das Postscheckkonto des VDE, Mitgliederabteilung

Berlin Nr. 1810 00

rechtzeitig zu überweisen.

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.
Der Geschäftsführer:
Blendermann

VERSCHIEDENES.

PERSONLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Auszeichnungen. — Die chilenische Regierung hat Herrn Obering. Willi Rusch VDE, Überseeabteilung der SSW, Berlin, in Anerkennung seiner Verdienste um die kulturellen Beziehungen zwischen Chile und Deutschland den Orden „Por el Merito“ verliehen.

Hochschulsachrichten. — An der T. H. Berlin wurde Herr Prof. Dr. Erwin Meyer zum ord. Prof. ernannt und ihm der Lehrstuhl für technische Physik übertragen. — Herr Dr. techn. Günther Oberdorfer VDE, der seit April vorigen Jahres den Lehrstuhl für Elektrotechnik der T. H. Berlin vertretungsweise verwaltete, ist mit Wirkung vom 1. 2. 1938 zum ord. Professor ernannt und ihm der Lehrstuhl für allgemeine und theoretische Elektrotechnik übertragen worden.

BUCHBESPRECHUNGEN.

621. 396. 663.: 933
Funknavigation in der Luftfahrt. Von Prof. Dr.-Ing. P. Freiherr von Handel und Dr. Kurt Krüger (Sammlung Vieweg Bd. 113). Mit 73 Abb. u. 103 S. im Format 140×215 mm. Verlag F. Vieweg & Sohn, Braunschweig. Preis kart. 4,50 RM.

Die Verfasser, die in ihrer Zugehörigkeit zur Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt seit Jahren mit namhaften Arbeiten über das Funkwesen der Luftfahrt an die Öffentlichkeit getreten sind, haben den durchaus geglückten Versuch unternommen, eine Lücke im Navigationsschrifttum der Luftfahrt zu schließen, die bisher bezüglich der der Funktechnik zufallenden Aufgaben bestand. Es fehlte an einer gedrängten Darstellung, die die wesentlichen Funkortungsverfahren in allgemeinverständlicher Form zusammenfaßt. Daß die Verfasser, die Wellenausbreitungsfragen als ihr Spezialgebiet bezeichnen können, diese Zusammenfassung, die eine grundsätzliche Behandlung der Wellenausbreitungsfragen zur Voraussetzung hat, geschrieben haben, kommt dem Bändchen nur zugute. Allein die Kapitel über Ausbreitung der drahtlosen Wellen im Raum und die damit zusammenhängenden Fragen über Antennen nehmen über ein Drittel des gesamten Buches ein, so daß auch der allgemeine Hochfrequenztechniker gern auf diese Zusammenstellung, die auch das Wesentlichste über kurze und ultrakurze Wellen enthält, zurückgreifen wird.

Das zweite Drittel des Buches behandelt die grundlegenden Erkenntnisse über die Peilung mit Drehrahmen und Goniometer sowie über die Funkfehlweisung (Nacht- und Dämmerungseffekt) und ihre Beseitigung durch Impuls- und Adcockpeilverfahren. Eine klare kurze Darstellung der Verfahren der Funkortung und das Wichtigste über die in der Luftfahrt be-

nutzten Kartenprojektionen sowie ein vielleicht etwas zu kurz geratener Abschnitt über die funkttechnischen Hilfsmittel der Schlechtwetter- bzw. Blindlandung, die für die künftige Entwicklung der Schlechtwetterfliegerei immer mehr an Bedeutung gewinnt, beschließen das Bändchen, das — auch ohne Eingehen auf die organisatorischen, zwischenstaatlichen Zusammenhänge der Funknavigation — die bewährte Sammlung Vieweg im Sinne der „Tagesfragen der Technik“ um ein bemerkenswertes Stück erweitert hat.

H. J. Zetzmann VDE.

347. 94
Deutsche Gebührenordnung für Zeugen und Sachverständige. Unter bes. Berücks. der höchstgerichtlichen Rechtsprechung. Bearb. von Amtsrat Paul Meyer. 9. Aufl. des von Petri und Wegner begonnenen, von Wegner und Meyer fortgeführten Kommentars. Mit 160 S. im Format 160×235 mm. Carl Heymanns Verlag, Berlin 1938. Preis kart. 6,60 RM.

Die am 1. Oktober 1879 in Kraft getretene „Deutsche Gebührenordnung für Zeugen und Sachverständige“ ist in den nunmehr 60 Jahren ihres Bestehens mehrfach geändert, aber in ihren Grundzügen erhalten geblieben. So war es Aufgabe der Rechtsprechung, die Grundsätze der Gebührenordnung mit den praktischen Bedürfnissen des täglichen Lebens und der Fortentwicklung der Anschauungen in Einklang zu bringen und zu erhalten. Zweck und Ziel des Buches ist es, diese Rechtsprechung den Justizbehörden und den Sachverständigen in übersichtlicher Form zu vermitteln und somit zur Arbeitserleichterung und Arbeitsvereinfachung beizutragen. Nach kurzer Einleitung zu den Änderungen und Ergänzungen der Gebührenordnung seit ihrem Bestehen ist der Wortlaut derselben in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. Dezember 1925 wiedergegeben. Es folgen sodann die Erläuterungen zu den einzelnen Paragraphen der Gebührenordnung unter eingehendem Hinweis auf gerichtliche Entscheidungen über Auffassung und Deutung der paraphrasierten Worte. Es wurde damit eine Übersicht geschaffen, die jeglichen Zweifel im jeweiligen Falle beheben dürfte. Am Schluß des Buches ist außer dem Sachregister noch eine Zusammenstellung der Rechtsprechung nach der Zeitfolge (Quellenverzeichnis) gegeben.

A. Przygode VDE.

Veranstaltungen anderer Vereine.

Institut für Maschinenkunde und Elektrotechnik der Bergakademie Clausthal. Wie in den acht Vorjahren finden auch im Juli dieses Jahres wieder zwei Ferienkurse unter Leitung von Prof. Süchting statt.

- I. Kurs vom 11. bis 16. 7. für maschinentechnische Übungen.
- II. Kurs vom 25. bis 30. 7. für elektrotechnische Übungen.

Nähere Angaben über Art und Handhabung, Programm und Honorar enthält das „Auskunftsblatt“, das jedem Interessenten auf Anfordern vom Institut kostenlos übersandt wird.

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:

Direktor Dr.-Ing. E. h. R. Bingel VDE, Berlin-Charlottenburg 9, Olympische Straße 9
Prof. Dr.-Ing. R. Brüderlink VDE, Aachen, An der Schanz 16
Prof. Dr. H. Busch VDE, Darmstadt, Fichtestr. 30
Dr.-Ing. W. Estorff VDE, Berlin-Charlottenburg, Nebuhrstr. 61
Prof. Dr. R. Hase, Hannover-Kirchrode, Tiergartenstr. 164
Dr.-Ing. H. Hasse VDE, Berlin-Tegel, Seppener Weg 3
Prof. Dr.-phil. E. Lübecke, Berlin-Neu-Westend, Westendallee 924
Dr.-Ing. W. Maurer VDE, Essen-Rellinghausen, Kantorie 127
Prof. Dr. Dr.-Ing. E. h. A. Meißner VDE, Berlin-Dahlem, Im schwarzen Grund 11
Ministerialrat A. Mentz VDE, Werder (Havel), Margaretenstr. 1
Direktor Dr. U. Meyer VDE, Köln-Mülheim, Adamstr. 68
Dr.-Ing. habil. Harald Müller VDE, Berlin-Grünwald, Delbrückstr. 23
Prof. Dr. R. Nitsche VDE, Berlin-Zehlendorf, Mörchingerstr. 119b
Obering. A. Palm VDE, Frankfurt a. M., Lessingstr. 4
Dir. Dr.-Ing. W. Schäfer, Berlin-Oberschöneweide, Wilhelminenhofstraße 83—86
Direktor C. Schiebel VDE, Berlin-Charlottenburg 9, Arysallee 7
Dr.-Ing. R. Schimpf VDE, Berlin-Siemensstadt, Schuckertdamm 32a
Oberregierungsrat Dr. R. Schmidt VDE, Berlin-Kohlhasenbrück, Post Neubabelsberg, Königsweg 18a.

Abschluß des Heftes: 17. Juni 1938.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE

Zuschriften sind nicht an eine persönliche Anschrift zu richten, sondern nur an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und nur mit Genehmigung des Verfassers und der Wissenschaftlichen Leitung der ETZ gestattet.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Herausgegeben vom Verband Deutscher Elektrotechniker E.V.

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

59. Jahrgang

Berlin, 30. Juni 1938

Heft 26

Die Fernmeldeanlagen des Gästehauses der Stadt der Reichsparteitage.

Von W. Fösel, Nürnberg.

621. 39 : 728. 5

Übersicht. Der Aufsatz bringt einen Überblick über Art und Umfang der Fernmeldeeinrichtungen im Gästehaus der Stadt der Reichsparteitage, welches alljährlich einmal zum Empfang der Gäste des Führers seine Pforten öffnet.

Das Leitungsnetz

des Hotels mit 125 Zimmern in fünf Stockwerken, einem Erdgeschoß mit Empfangs- und Repräsentationsräumen, Küche, Keller und Wirtschaftsräumen umfaßt rd. 40 km Rohrlänge und 130 km Kupferleitung. Nicht alltäglich ist, daß im ganzen Hause, einer Forderung des Innenarchitekten entsprechend, keine Abzweigdose zu finden ist. Erreicht wurde dies, ohne Auswechselbarkeit oder Zugänglichkeit der Leitungen zu gefährden, durch Einbau kleiner Zimmerverteiler in den etwas niedriger gehaltenen Zwischendecken der Gästezimmervorplätze. Eine Ringleitung in jedem Stockwerk faßt diese Zimmerverteiler an

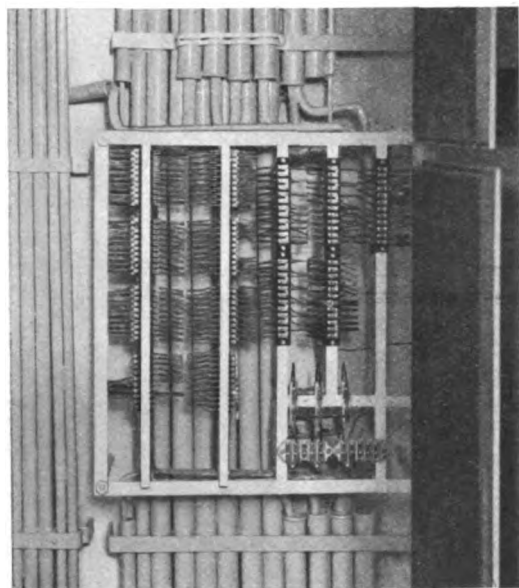


Abb. 1. Stockwerkverteiler.

einem Stockwerksverteiler (Abb. 1) zusammen, welcher in einem Wandschrank der Gerätekammer eingelassen ist. Von jedem dieser fünf Stockwerksverteiler führen Bleikabel zum Hauptverteiler der Zentrale. Diese sehr übersichtliche Leitungsführung bringt noch den großen Vorteil, daß bei der Störungssuche oder bei Umschaltungen kein Gast durch Betreten seines Zimmers gestört werden muß, wenn sich der gestörte Apparat nicht gerade in diesem selbst befindet.

Die Fernsprechanlage

besteht aus einer vollautomatischen Hauszentrale mit 50 Sprechstellen und einer Hand-Glühlampenzentrale mit 150 Nebenstellen. Die Hausanlage steht ausschließlich für den Betrieb des Hotels zur Verfügung. Eine vollautomatische

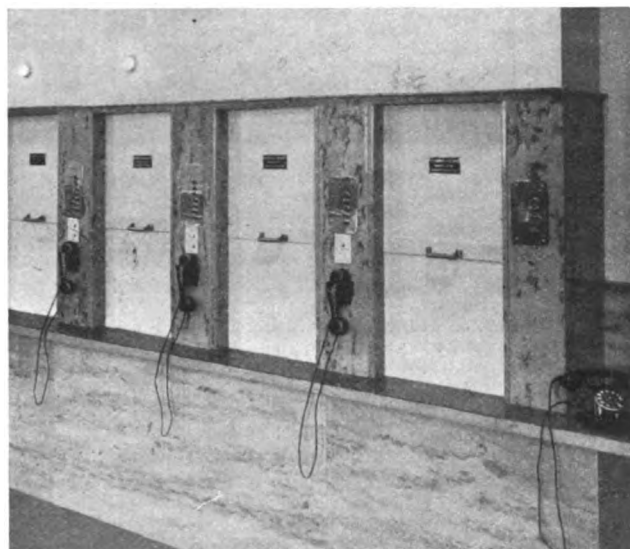


Abb. 2. Speiseaufzüge mit Helmfernsprechern.

Querverbindung zur Hausanlage des anstoßenden Grandhotels stellt eine Sprechmöglichkeit zwischen allen Hausapparaten beider Hotels her, da die Bewirtschaftung des Gästehauses während des Reichsparteitages vom Grandhotel übernommen wird. Die Haussprechstellen des Bedienungspersonals für die Gästezimmer sind mit der Lichtrufanlage vereinigt, so daß das Personal, gleichgültig wo es sich aufhält, sofort an den Apparat gerufen wird.

Jedem Gast steht in seinem Zimmer ein eigener Fernsprecher zur Verfügung. Die Vermittlung erfolgt hier von Hand über eine Glühlampenzentrale mit 20 Amtsleitungen, 20 Querverbindungen und drei Bedienungsplätzen. Acht vorhandene Münzfernsprecher sowie die amtsberechtigten Betriebssprechstellen sind so geschaltet, daß sie sich ohne Inanspruchnahme der Vermittlung selbsttätig eine freie Amtsleitung auswählen.

Vorbildlich ist die räumliche Aufteilung der Telephonzentrale. Die acht Fernsprechzellen und die Vermittlung befinden sich in einem Raum; im gleichen Raum, durch eine Glaswand abgetrennt, sind auch die Wähler und Relaisgestelle aufgestellt. Das brachte denkbar kurze Ver-

bindungsleitungen, bequemen Zugang zum Inneren des Vermittlungsschranks, nächste Nähe von Hauptverteiler und Relaisgestellen, Vorzüge, welche für rasche Störungsbeseitigung von größtem Wert sind.

Besonders praktisch wirkt sich diese Anordnung auch im Verkehr zwischen Gästen und Vermittlungspersonal aus.

Für die fernmündliche Verständigung bei den Speiseaufzügen sind handelsübliche Heimfernsprecher vorhanden (Abb. 2), in der Küche und im Erdgeschoß durch optische Rufzeichen ergänzt.

Die Pförtnerloge,

durch eine Glastür mit der Zentrale verbunden — wiederum engste Fühlung zwischen Empfangs- und Vermittlungspersonal —, enthält entsprechend dem Aufgabenkreis des Pförtners die technischen Überwachungs- und Betriebs-



Abb. 3. Pförtneraum mit Überwachungs- und Alarmanlagen.

einrichtungen für die Bedienung des Gastes sowie die Alarmanlagen, und zwar: ein Feueralarmtableau, ein Lichtrufalarmtableau, eine Weckrufastatur, die elektrische Hauptuhr und ein Störungsalarmtableau (Abb. 3).

Alarm- und Signalanlagen.

Die Feuermeldeanlage besteht neben dem Alarmtableau beim Pförtner aus zehn selbsttätigen Meldern im Dachboden des Hauses, da dieser Raum am meisten gefährdet ist und am wenigsten betreten wird. In den übrigen Stockwerken des Hauses ist erfahrungsgemäß die Feuergefahr nicht so groß und außerdem stehen hier überall Fernsprecher zur Verfügung. Mit Rücksicht auf die Nähe eines öffentlichen Melders wurden die Kosten für eine Kombination der Anlage mit dem öffentlichen Feuermeldernetz gespart.

Die Lichtrufanlage, Dreifarbenruf für Kellner, Mädchen und Diener, ist unterteilt in fünf Stockwerksgruppen und jedes Stockwerk wegen der U-förmigen Bauart in einen nördlichen und südlichen Stockwerksbezirk. Richtungslampen im Mittelgang verweisen das Personal bei Vermeidung unnötiger Wegzeiten in die richtige Flügelhälfte.

Die Weckrufanlage benutzt der Pförtner von seiner Loge aus, um einen unterbrochenen Weckruf im Zimmer des Gastes so lange ertönen zu lassen, bis der erwachte Gast diesen Ruf selbst abstellt.

Das Störungsalarmtableau veranlaßt durch Aufleuchten entsprechend beschrifteter Transparente mit gleichzeitigem akustischem Signal beim Eintreten einer

Anlagenstörung, sei es ein Sicherungsschaden, eine Wählerstörung oder das Ausbleiben des Netzstromes, die Herbeiholung des technischen Personals durch den Pförtner; rascheste Störungsbehebung ist hierdurch gewährleistet.

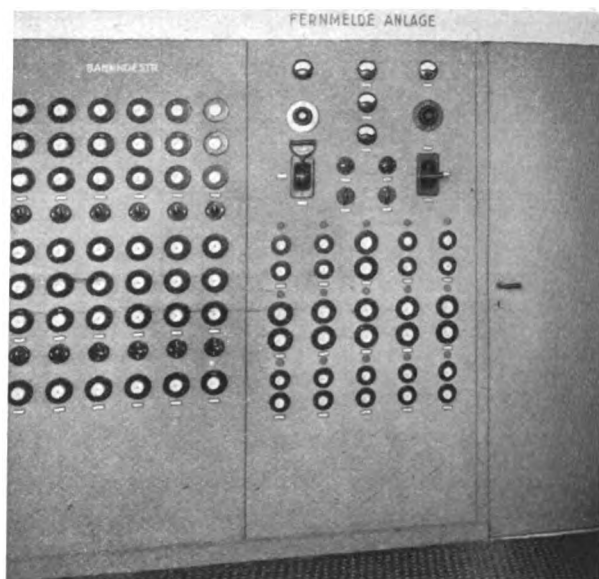


Abb. 4. Stromerzeugungs-Schaltfeld für Fernmeldeanlagen.



Abb. 5. Lautsprecherzentrale.

Die Stromversorgung

als „nervus rerum“ der Anlagen forderte besondere Berücksichtigung bei der Planung hinsichtlich der Betriebssicherheit wegen der hohen Belastung während der Reichsparteitage, welche zu dem fast einjährigen Stillstand des Betriebes in krassem Gegensatz steht. Es sind daher diejenigen Anlagenteile, welche große Stromstöße oder hohen Stromverbrauch bringen, wie z. B. die Lichtruf- oder die

Weckrufanlage, an das Wechselstromnetz angeschlossen; sie können jedoch sicherheitshalber auch mit Gleichstrom gespeist werden. Die Fernsprechanlagen werden von einer Nickelstahlatterie gespeist; Dauer- oder Schnellladung dieser Batterie übernimmt ein Trockengleichrichter mit Siebkette. Die Schalter für diese Stromquellen sind, wie in der Starkstromtechnik längst üblich, in ein Schalttafelgestell eingebaut, welches sich in die Flucht der Starkstromschaltfelder auch äußerlich eingliedert und mit diesen ein einheitliches Ganzes bildet (Abb. 4).

Die elektroakustische Anlage

wird von vielen Hotelbesitzern leider noch als überflüssig betrachtet. Im Gästehaus dient diese Anlage neben musikalischen Übertragungen und der örtlichen Nachrichtendurchgabe auch zur Weitergabe oder Entgegennahme wichtiger Mitteilungen nach und von anderen Hotels oder Organisationsstellen. Die bei Reichsparteitagsanlagen übliche 100 %ige Betriebssicherheit ist hier gleichfalls gewahrt. Für den Rundfunkempfänger kann Drahtfunk einspringen, Schallplattenlaufwerke stehen zwei zur Verfügung, ebenso zwei Mikrophone, jeder Verstärker ist umschaltbar auf einen Reserveverstärker und auch die Stromversorgung kann durch Anschluß eines batteriegespeisten Umformers bei Ausfall des Starkstromes gesichert werden. Nicht ganz einfach war bei der Vielseitigkeit der Anlage der Entwurf eines Schaltfeldes, welches die Inbetriebnahme der Anlage auch ungeschultem Personal unter Zuhilfenahme einer ganz kurzen Bedienungsanleitung ermöglicht. Mit verhältnismäßig einfachen Mitteln wurde dies erreicht. Zunächst sind die einzelnen Schaltglieder der Tafel durch ein übersichtliches, verschiedenfarbiges Blindschaltbild verbunden. Die Zentrale (Abb. 5) enthält einen 70 W-Verstärker für den Betrieb von 125 Gästezimmer-Lautsprechern,

einen 20 W-Verstärker für die Lautsprecher des Speisesaales, der Empfangshalle (Abb. 6), des Frühstückszimmers, der Garderoben und des Personalspeiseraumes, einen 20 W-Verstärker als Reserve oder zur Besprechung der Straße, einen 2 W-Steuerverstärker für die Weitergabe der Übertragung nach anderen Hotels, einen 2 W-Verstärker zur Aufnahme von Übertragungen anderer Stellen und einen 7,5 W-Verstärker für die Kommandoanlage des Küchenchefs.

Die Gemeinschaftsantenne gestattet in den Eckzimmern der Stockwerke den Betrieb mitgebrachter Reiseempfangsgeräte.

Sämtliche Lautsprecher, mit Ausnahme der in den Gästezimmern, sind in die Wand eingelassen und werden von der Zentrale aus geschaltet und geregelt. Der Gast kann sich in seinem Zimmer die gewünschte Lautstärke selbst einstellen.



Abb. 6. Empfangshalle mit Lautsprecher über der Tür.

Zusammenfassung.

Das Haus, ein ausgesprochener Zweckbau, trägt zwar verwöhntesten Ansprüchen Rechnung, enthält aber nichts, was irgendwie als überflüssiger Luxus bezeichnet werden kann; dies gilt ebenfalls für die Fernmeldeanlagen. Der Montagefachmann und der interessierte Laie sollen aus dem Aufsatz ersehen, daß mit Hilfe geringfügiger Ergänzung listenmäßig geführter Apparate die jeweiligen Anforderungen des Betriebes restlos befriedigt werden können.

Abschließend sei festgestellt, daß dieses gewiß in jeder Hinsicht vorbildliche Hotel den Beweis erbringt für die Möglichkeit, den Aufwand für die häufig vernachlässigte Fernmeldeeinrichtung bei sorgfältigster Berücksichtigung aller Betriebsanforderungen auf einem Minimum zu halten und doch eine sinngemäße und gefällige Einfügung dieser technischen Dinge in den Stil eines Hauses zu erreichen.

Neuartige Umschaltung von Strom-, Spannungs- und Leistungsmessern in Dreiphasenschaltungen.

Von Karl Maier VDE, Berlin.

Übersicht. Im folgenden werden neuartige dreipolige Schaltungen beschrieben, die bei Strom-, Spannungs- und Leistungsmessungen in Dreiphasenschaltungen verwendet werden können. Auf den Einfluß der Meßinstrumentenverluste wird hingewiesen und weiterhin werden Wege zur symmetrischen Einschaltung von Ersatzwiderständen in die nicht zur Messung benutzten Phasen des Dreiphasennetzes sowie zur Bildung eines künstlichen Nullpunktes für die Spannungs- oder Leistungsmessung aufgezeigt.

Sollen in Dreiphasenschaltungen Strom-, Spannungs- oder Leistungsmessungen durchgeführt werden, so braucht man entweder in jeder Phase ein Meßinstrument, oder die

621. 317. 31 +. 32 +. 38. 025. 3

Meßgeräte sind in die verschiedenen Phasen nacheinander einzuschalten. Im ersten Falle hat man aber je drei Meßinstrumente mit vielleicht verschiedenen großen Fehlern, also keinen genauen Vergleich, während im zweiten Fall dadurch Fehler entstehen können, daß sich die Netzspannung während der Umschaltung der Meßinstrumente u. U. ändert und so falsche Vergleichswerte bei der Messung liefert. Dies gilt um so mehr, als durch die Umschaltung der Meßinstrumente von einer Phase in die andere eine verhältnismäßig lange Zeit verlorengeht, wenn diese Umschaltung nicht durch einen zweckentsprechenden Umschalter vorgenommen wird. Durch die Wahl eines geeigneten Um-

schalters kann man daher Meßinstrumente sparen und hat nebenbei noch den Vorteil, daß die Vergleichswerte richtig sind, weil nur mit einem Meßinstrument gemessen wird. Man kann zwar einwenden, daß auch bei der sehr schnellen Umschaltung des Meßinstrumentes trotzdem Netzspannungsschwankungen auftreten können, die zu einer Fehlmessung führen. Tatsächlich kann man jedoch bei der Einschaltung von je drei Meßinstrumenten in die drei Phasen des zu messenden Kreises auch nicht alle drei Meßgeräte gleichzeitig ablesen bzw. die Meßwerte aufschreiben, es sei denn, daß selbstschreibende Meßinstrumente verwendet werden. Die Anwendung der neuartigen Umschalter wirkt sich also günstig auf den Anschaffungspreis einer Meßeinrichtung sowie auf die Übersichtlichkeit einer Schalttafel aus.

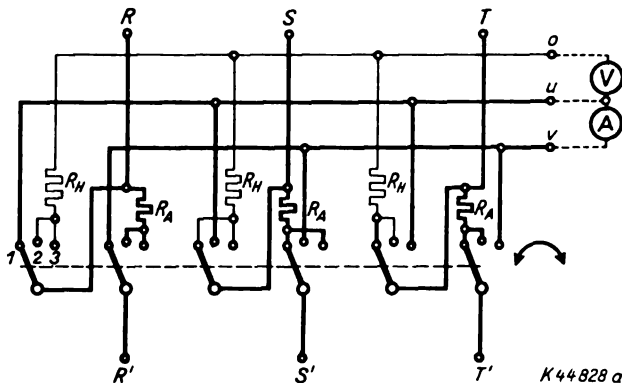


Abb. 1. Umschalter für Strom- und Spannungsmessung in Dreiphasenschaltungen. Die Widerstände R_H ersetzen den Strommesserwiderstand und werden zyklisch vertauscht. Durch die Widerstände R_H wird ein künstlicher Nullpunkt gebildet. (Die Widerstände R_H sind also nur notwendig, wenn der Nulleiter des Netzes unzugänglich ist.)

In Abb. 1 ist der Aufbau eines Strommesserumschalters schematisch dargestellt. Die Netzzuleitungen werden an die Klemmen RST , die Verbraucher an $R'S'T'$ und der Strommesser an die Klemmen UV angeschlossen. Steht der Schalter in Stellung 1, so ist der Strommesser in Phase R eingeschaltet, während die Phasen S und T durchgeschaltet sind; in Stellung 2 wird der Strom in Phase S gemessen und die Phasen R und T sind durchgeschaltet. Sinngemäß wird der Strommesser bei der Schalterstellung 3 in Phase T eingefügt, wobei die Phasen R und S durchgeschaltet sind. Sollen genaue Messungen zur Betriebsüberwachung oder Dauerversuche im Laboratorium durchgeführt werden, so ist es erforderlich, einen Ersatzwiderstand in die nicht zur Messung benutzten Phasen einzuschalten, der dem Widerstand des Strommessers entspricht; denn durch die Einschaltung nur eines Strommesserwiderstandes in eine einzige Phase würden am Verbraucher unsymmetrische Phasenspannungen entstehen, was insbesondere bei Strommessern mit hohem Spannungsabfall zu berücksichtigen ist. Die drei in Abb. 1 eingetragenen Widerstände R_A erfüllen diesen Zweck. Ist der Nulleiter des Netzes zugänglich, so läßt sich mit demselben Schalter auch gleichzeitig ein Spannungsmesser umschalten, und zwar wird die Spannung vor dem Strommesser gemessen, wenn der Spannungsmesser an die Klemmen 0 und U angeschlossen wird; sie wird nach dem Strommesser gemessen, wenn man den Spannungsmesser an die Klemmen 0 und V legt. Die in Abb. 1 eingezeichneten Hilfswiderstände R_H sind in diesem Falle nicht erforderlich.

Wenn der Nulleiter des Netzes dagegen unzugänglich ist, so wird der Nullpunkt künstlich mit Hilfe der Widerstände R_H gebildet, von denen jeweils nur zwei eingeschaltet sind, denn der Spannungsmesser stellt selbst den dritten Hilfswiderstand dar; es ist also R_H gleich dem Widerstand R_V des Spannungsmessers zu wählen, wobei der Schalter bei der Umschaltung selbsttätig die zyklische Vertauschung der Hilfswiderstände R_H vornimmt. Die

Spannung kann jetzt allerdings nur vor dem Strommesser gemessen werden. Die Widerstände R_A sind auch hier nur erforderlich, wenn es sich um genaue Messungen zur Betriebsüberwachung oder Dauerversuche im Laboratorium handelt; sie können kurzgeschlossen werden, wenn technische Messungen auszuführen sind.

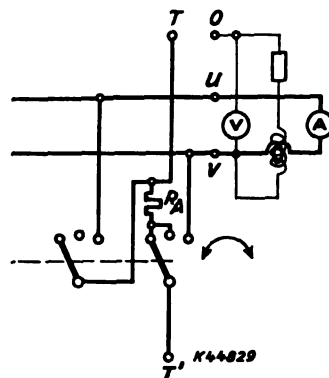


Abb. 2. Schaltung zur Strom-, Spannungs- und Leistungsmessung bei zugänglichem Nulleiter. (Von dem Umschalter nach Abb. 1 ist nur das rechte Drittel gezeichnet.)

In derselben Weise lassen sich nach dem Dreiwattmeterversahren auch Leistungsmessungen durchführen, wenn die Stromspule des Leistungsmessers mit dem Strommesser in Reihe geschaltet wird und wenn man die Spannungsspule des Leistungsmessers an die Klemmen des Spannungsmessers legt (Abb. 2). Ist der Nulleiter des Netzes unzugänglich, so müssen die Hilfswiderstände R_H dem Ersatzwiderstand R der parallelgeschalteten Spannungs- und Leistungsmessers-Widerstände R_V bzw. R_W entsprechen; es ist also

$$R_H = \frac{R_V R_W}{R_V + R_W} \quad (1)$$

Bezeichnet α den abgelesenen Leistungsmesserausschlag, k die Leistungsmesserkonstante für Einphasenstrommessungen, N_V die mitgemessenen Instrumentenverluste, so gilt für die tatsächliche, vom Verbraucher aufgenommene Leistung

$$N = k(\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3) - (N_{V1} + N_{V2} + N_{V3}) \quad (2)$$

Sind die drei Phasen symmetrisch belastet, so ist unter Voraussetzung gleicher Phasenspannungen

$$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 \text{ und } N_{V1} = N_{V2} = N_{V3} \text{ und es gilt in diesem Falle:} \\ N = 3(k\alpha - N_V) \quad (3)$$

wobei dann an sich die Messung der Leistung in einer Phase genügen würde.

Wird die Spannungsspule des Leistungsmessers an die Klemmen 0 und U angeschlossen (Messung vor dem Strommesser), so gilt

$$N_V = I^2 R_A \quad (4)$$

wobei I den Effektivwert des gemessenen Stromes und R_A den Widerstand der Reihenschaltung Strommesser-Stromspule des Leistungsmessers bedeutet.

Mißt man dagegen die Spannung nach dem Strommesser (Leistungsmesser-Spannungsspule an die Klemmen 0 und V angeschlossen), so wird

$$N_V = \frac{U^2}{R_H} \quad (5)$$

wo U den Effektivwert der gemessenen Phasenspannung und R_H den Ersatzwiderstand der Parallelschaltung Spannungsmesser-Spannungsspule des Leistungsmessers bedeuten. Die Berücksichtigung der Verluste nach Gl. (5) ist am bequemsten, wenn die Messungen bei konstanter Spannung ausgeführt werden, doch ergibt die Einschaltung der Spannungsspule des Leistungsmessers nach dem Strommesser falsche Meßwerte, wenn der Nulleiter des Netzes unzugänglich ist (der Spannungsabfall an den Widerständen R_A ist bei der Nullpunktbildung durch die Widerstände R_H nicht berücksichtigt).

Soll der Leistungsfaktor des Verbrauchers bestimmt werden, so folgt aus Gl. (3) und der bekannten Beziehung

$$\cos \varphi = \frac{N}{\sqrt{3} U I}$$

der Ausdruck

$$\cos \varphi = \frac{\sqrt{3} (k a - N_V)}{U I} \quad (6)$$

Wird für die Leistungsmessung in Dreiphasenschaltungen das Verfahren nach Görges angewandt, so genügt für die Umschaltung der Spannungsspule bekanntlich ein einpoliger Umschalter, während die Stromspule fest in eine Phase eingeschaltet wird. Bei dem Verfahren nach Aron (Zweiwattmeterverfahren), das, wie bekannt, auch bei beliebig belasteten Phasen gilt, ist ein entsprechender Schalter für die Umschaltung der Stromspule von einer Phase in die zweite (und für die gleichzeitige Umschaltung der Spannungsspule) bereits bekannt. Da bei dem Zweiwattmeterverfahren nur zwei Ablesungen des Leistungsmessers erforderlich sind, wird man es gegenüber dem oben erwähnten Verfahren mit dreifacher Umschaltung eines Leistungsmessers in der Regel vorziehen. Der beschriebene dreipolige Umschalter kommt daher haupt-

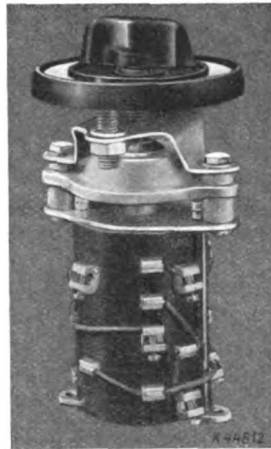


Abb. 3. Ansicht eines Paketschalters für 25 A. Der Schalter besitzt 9 Schaltstufen.

sächlich für Strom- und Spannungsmessungen in Frage und ist dann besonders vorteilhaft, wenn die verwendeten Meßinstrumente für verschiedene Meßbereiche umschaltbar sein müssen.

Die Umschaltung eignet sich in der beschriebenen Form hauptsächlich für Strommesser mit einem Meßbereich bis zu 25 A. Bei größeren Strömen fällt der dreipolige Umschalter teuer aus, und man wird deshalb in solchen Fällen wohl Stromwandler (mit Getrenntwicklung) verwenden, deren Sekundärwicklungen in einem Punkt zusammengelegt sind. Zur Umschaltung des Strommessers kann dann, wie bekannt, ein einfacherer dreipoliger Umschalter vorgesehen werden.

Alle oben angegebenen Schaltungen lassen sich durch raumsparende Paketschalter ausführen. Abb. 3 zeigt das Bild eines dreiphasigen Paketschalters für 25 A.

Zusammenfassung.

Die angegebene Schaltung ermöglicht es, einen Strom-, Spannungs- und Leistungsmesser in zyklischer Vertauschung in die drei Phasen des zu messenden Drehstromkreises einzuschalten. Die Messung ist sowohl bei zugänglichem als auch bei unzugänglichem Nulleiter möglich. Für letzteren Fall wird gezeigt, daß sich mit dem Schalter eine zyklische Vertauschung von Ersatzwiderständen zur künstlichen Nullpunktsbildung durchführen läßt. Für genaue Messungen wird ferner gezeigt, wie Ersatzwiderstände an Stelle des Strommessers in die nicht zur Messung benutzten Phasen eingeschaltet und ebenfalls zyklisch vertauscht werden können, damit die Drehstromspannung am Verbraucher genau symmetrisch bleibt. Nach einer kurzen Wiedergabe der rechnerischen Zusammenhänge wird erwähnt, daß sich die neuartige Umschaltung auch mit Paketschaltern ausführen läßt.

Einrichtung zur Messung elektrischer Winkel sowie räumlicher Winkel an umlaufenden Maschinen.

(Mittteilung aus dem Institut für elektrische Maschinen an der T. H. Hannover).

Von Wilhelm Ostendorf, Hannover.

Übersicht. Ein neues Verfahren zur Messung elektrischer Winkel und räumlicher Winkel an umlaufenden Maschinen wird angegeben, das den bekannten Verfahren gegenüber eine Reihe von Vorteilen aufweist. Seine Wirkungsweise wird am Beispiel der Messung von Läuferverdrechungswinkeln in einer Gleichlaufschaltung beschrieben.

Der Ingenieur wird manchmal vor die Aufgabe gestellt, elektrische Winkel oder räumliche Winkel an umlaufenden Maschinen möglichst genau zu messen. In einfachen Fällen läßt sich diese Aufgabe mit den bekannten Verfahren mehr oder weniger gut lösen. Diese sind aber durchweg nicht sehr genau, zudem erfordern sie teilweise umständliche Hilfseinrichtungen, wie Hilfsmaschinen mit festem oder drehbarem Ständer oder ähnliches. Sie versagen praktisch alle, wenn besonders hohe Anforderungen an die Meßgenauigkeit gestellt werden, oder wenn die zu messenden Winkel sich zeitlich rasch ändern und diese Änderungen maßstäblich aufgezeichnet werden sollen.

Im folgenden wird ein neues Verfahren beschrieben, welches gestattet, elektrische Winkel oder räumliche Winkel an umlaufenden Maschinen an einem Drehspulinstrument abzulesen bzw. mit einer Oszillographenschleife aufzuzeichnen. Das Verfahren wurde vom Verfasser zur Untersuchung der Pendelungen zweier Maschinen in einer Gleichlaufschaltung entwickelt, eignet sich aber auch zur Verwendung in vielen anderen Fällen. Als praktisch trägheitslose Schalter werden Stromrichter benutzt, die von Kontaktscheiben auf den Wellen der beiden im Gleich-

621. 317. 37 : 621. 313. 1. 018. 6
lauf arbeitenden Maschinen gesteuert werden. Gegenüber anderen mit Kontaktscheiben arbeitenden Verfahren hat das hier angegebene den Vorteil wesentlich größerer Genauigkeit, denn: 1. können die über die Kontakte fließenden Ströme so außerordentlich klein gehalten werden, daß eine Funkenbildung und damit ein Verbrennen der Kontakte vollständig vermieden wird, die Kontaktgabe im genau richtigen Zeitpunkte also äußerst sicher erfolgt, 2. geht der Spannungsabfall an den Bürsten nicht in die Messung ein, auch hat eine ungewollte Unterbrechung der Kontakte durch Tanzen der Bürsten und ähnliche Ursachen keinen Einfluß auf die Messung, nachdem der Kontakt einmal auf die zugehörige Bürste aufgelaufen ist. Als weiterer Vorteil kommt die sehr einfache Gestaltung des Kontaktgerätes hinzu.

Sollten bei ganz besonders genauen Messungen noch Bedenken betr. einer absolut sicheren Kontaktgabe bestehen, so kann man auf die Kontaktscheiben vollständig verzichten und statt ihrer Lochscheiben und Photozellen verwenden, oder auf den umlaufenden Maschinen Spiegel oder Farbzeichen anbringen und mit deren Hilfe Photozellen beeinflussen. Das Meßverfahren ist dann sowohl für Maschinen größter Drehzahl wie für solche kleinster Leistung brauchbar, da die zu untersuchenden Maschinen durch die Meßeinrichtung überhaupt nicht belastet werden.

Das Schaltbild der Winkelmeßeinrichtung ist in Abb. 1 gezeigt. Von der Gleichspannungsquelle U fließt ein Strom abwechselnd über die eine oder die andere Strom-

richterröhre. Diese regelmäßige Umschaltung des Stromes vom einen auf den anderen Kreis (Wechselrichtung) wird durch die Gittersteuerung der Stromrichter erreicht. An den Gittern liegt im allgemeinen eine negative Vorspannung; nur wenn eine Kontaktscheibe die Verbindung des zugehörigen Gitters mit dem positiven Pol der Gitterbatterie herstellt (in Abb. 1 durch Schließen eines Schalters S angedeutet), wird die betreffende Röhre für den Stromdurchgang freigegeben.

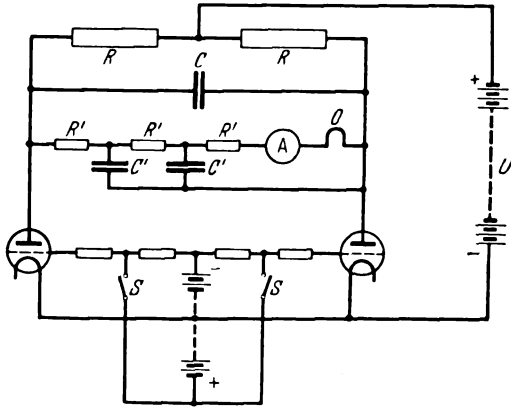


Abb. 1. Schaltbild der Winkelmeßeinrichtung.

Nehmen wir an, der Strom durchfließe die linke Röhre, die rechte sei gesperrt. Der Kondensator C wird dann so aufgeladen, daß seine rechte Belegung positiv, die linke negativ wird. Gibt man jetzt durch einen positiven Gitterspannungsstoß das rechte Gefäß frei, so setzt wegen der positiven Anodenspannung der Lichtbogen in diesem Gefäß ein. Der Kondensator C kann nunmehr einen Strom über beide Lichtbögen treiben, der wegen der geringen Induktivität des Entladekreises außerordentlich schnell ansteigt. Erreicht er den Wert des vorher fließenden Stromes im linken Stromrichter, so erlischt dieser, da die Ventilwirkung des Stromrichters einen Stromfluß von der Kathode zur Anode nicht zuläßt; die Stromwendung vom linken auf das rechte Gefäß ist damit beendet. Diese Stromwendung geht so schnell vor sich, daß man die Stromwendezeit praktisch gleich Null setzen und die dem Kondensator in dieser Zeit entzogene Ladungsmenge vernachlässigen kann.

Werden die Gitter der Stromrichter so gesteuert, daß beide Röhren gleich lange Strom führen, so hat man eine symmetrische Wechselrichterschaltung vor sich, am Löschkondensator C liegt eine reine Wechselspannung. Verschiebt man nun aber die Bürstenbrücke an einer der Kontaktscheiben, so wird ein Rohr nur kurzzeitig, das andere entsprechend länger brennen. Der Wechselspannung am Löschkondensator ist dann eine Gleichspannung überlagert, die mit einem Drehspulinstrument gemessen werden kann. Stellt man die Bürsten so ein, daß bei vollständigem Gleichlauf beider Maschinen symmetrische Wechselrichtung erreicht wird, ein Drehspulinstrument parallel zu C also nicht ausschlägt, so zeigt dieses Instrument bei Verdrehung der beiden Läufer und damit der Kontaktscheiben gegeneinander einen dem Verdrehungswinkel entsprechenden Ausschlag.

Die Spannung u_c am Löschkondensator läßt sich leicht berechnen. Sie setzt sich aus zwei Teilspannungen zusammen, nämlich dem Teil u_{c1} , der während der Zeit t_1 wirksam ist, in der die eine Röhre Strom führt, und dem Teil u_{c2} , der während der Brenndauer t_2 der anderen Röhre gilt. Die Rechnung ergibt für die beiden Teilspannungen:

$$u_{c1} = +U \left[1 - 2 \frac{1 - e^{-t_1 RC}}{1 - e^{-t_2 RC}} \cdot e^{-t RC} \right]_{(0 < t < t_1)} \quad (1)$$

$$u_{c2} = -U \left[1 - 2 \frac{1 - e^{-t_1 RC}}{1 - e^{-t_2 RC}} \cdot e^{-t RC} \right]_{(0 < t < t_2)} \quad (2)$$

Die Summe der Brenndauern t_1 und t_2 der beiden Röhren ist die Dauer t_0 einer ganzen Periode der Wechselspannung:

$$t_0 = t_1 + t_2. \quad (3)$$

Der Zusammenhang der vorstehend definierten Zeiten mit dem zu messenden elektrischen Verschiebungswinkel β ist durch die Beziehung gegeben:

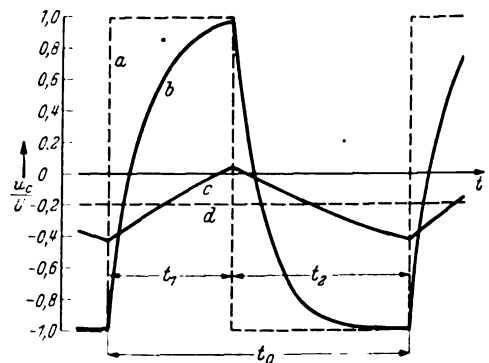
$$\beta = \pi \cdot \frac{t_1 - t_2}{t_0}. \quad (4)$$

Der Gleichspannungsanteil der Kondensatorspannung u_c , der von einem Drehspulinstrument angezeigt wird, errechnet sich zu:

$$\bar{u}_c = \frac{1}{t_0} \left[\int_0^{t_1} u_{c1} \cdot dt + \int_0^{t_2} u_{c2} \cdot dt \right] = \frac{t_1 - t_2}{t_0} \cdot U = \frac{\beta}{\pi} \cdot U. \quad (5)$$

Gl. (5) enthält weder die Zeit t_0 noch die Schaltelemente R und C des Wechselrichters. Aus dem Ausschlag des Drehspulinstrumentes läßt sich also der Verdrehungswinkel β in elektrischen Graden unabhängig von der Drehzahl der untersuchten Maschinen und von den Schaltelementen des Wechselrichters durch einfache Umrechnung mit einem ohne weiteres anzugebenden Proportionalitätsfaktor bestimmen. Der räumliche Verdrehungswinkel α ist z -mal kleiner als der elektrische Winkel β , wobei z die Zahl der Kontaktstücke je Scheibe ist. Für ihn gilt demnach:

$$\alpha = \pi \cdot \frac{1}{z} \cdot \frac{\bar{u}_c}{U}. \quad (6a)$$



Die Kurven a bis d gelten für verschiedene Verhältnisse der Zeitkonstanten $T = R \cdot C$ des Wechselrichters zur Dauer t_0 einer Periode:

a) $T/t_0 = 0$, b) $T/t_0 = 0,1$, c) $T/t_0 = 1$, d) $T/t_0 = \infty$

Abb. 2. Zeitlicher Verlauf der Kondensatorspannung u_c bei der Messung eines Winkels von $\beta = \frac{t_1 - t_2}{t_0} \pi = 36$ elektrischen Graden.

Bei der Ableitung der vorstehenden Gleichungen wurde der Eigenverbrauch des Meßkreises nicht berücksichtigt. Hat das Meßgerät einschließlich aller Vorwiderstände den Widerstand R_0 , so ergibt eine einfache Rechnung die jetzt gültige Gleichung für den räumlichen Verdrehungswinkel α :

$$\alpha = \pi \cdot \frac{1}{z} \cdot \left(1 + \frac{R}{R_0} \right) \cdot \frac{\bar{u}_c}{U}. \quad (6b)$$

Der Spannungsabfall an den Stromrichterröhren ist bei der Berechnung des Winkels α aus dem Ausschlag des Galvanometers von der angelegten Spannung U abzuziehen. Im allgemeinen empfiehlt sich eine versuchsmäßige Eichung der Winkelmeßeinrichtung, die meist leicht durchzuführen ist. Sie kann z. B. unabhängig von der Anordnung, in der Winkel gemessen werden sollen, dadurch erfolgen, daß man eines der beiden Gitter unmittelbar,

das andere über einen Drehregler von der gleichen Wechselspannungsquelle beliebiger Frequenz steuert und den Galvanometeraus-
schlag in Abhängigkeit von der Drehreglerstellung feststellt. Die Festlegung der Nullstellung ergibt sich im allgemeinen aus den Versuchsbedingungen. Bei den vom Verfasser ausgeführten Messungen an einer Gleichaufschaltung konnte sie durch Einstellen der Bürstenbrücke im Stillstand der Maschinen oder durch Auftragen des Galvanometeraus-
schlages über dem Wirkstrom in der Kupplungsleitung und Extrapolation auf den Strom Null bestimmt werden.

Für die Bemessung des Löschkondensators gelten folgende Gesichtspunkte: Er muß so groß sein, daß die Zeit vom Stromwendeaugenblick bis zum Nulldurchgang der Kondensatorspannung größer als die Entionisierungszeit der verwendeten Stromrichter ist. Bei zu kleinem Löschkondensator erfolgt seine Umladung so schnell, daß diese Bedingung nicht erfüllt werden kann. Ist anderseits der Löschkondensator zu groß, so wird der Wechselspannungsanteil der an ihm liegenden Spannung sehr stark unterdrückt. Bei großen zu messenden Winkeln ist dann der Scheitelwert der der Gleichspannung überlagerten Wechselspannung kleiner als diese Gleichspannung. Es steht dann am Löschkondensator keine Spannung richtiger Polarität für die Stromwendung von einer Stromrichterröhre auf die andere zur Verfügung, die Messung versagt. Man erkennt diese Zusammenhänge aus Abb. 2, in der Kurven der Kondensatorspannung für verschiedene Löschkondensatoren bei einem zu messenden Winkel von $\beta = 36$ elektrischen Graden gezeichnet sind. Kurve c dieser Abbildung gibt nur noch sehr geringe Spannungsspitzen über der Abszisse. Die größte Zeitkonstante $T_{\max} = (RC)_{\max}$ des Wechselrichters, die bei idealen Stromrichtern mit der Entionisierungszeit Null noch Winkelmessungen gestattet, ist dann erreicht, wenn die Spannung u_c die Abszisse nicht mehr schneidet, sondern nur noch berührt; sie ist von dem Verdrehungswinkel β abhängig.

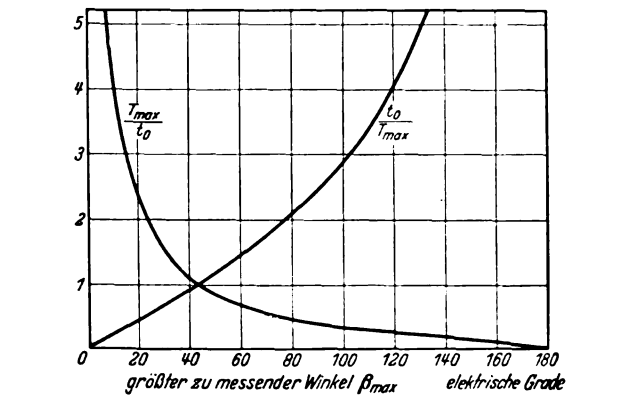


Abb. 3. Verhältnis der höchstzulässigen Zeitkonstanten $T_{\max} = (RC)_{\max}$ zur Dauer t_0 einer Periode der Wechselspannung in Abhängigkeit vom größten zu messenden elektrischen Winkel $\beta_{\max}$.

In Abb. 3 ist diese höchstzulässige Zeitkonstante $T_{\max}$ abhängig von dem größten zu messenden Winkel $\beta_{\max}$ dargestellt. Aus diesem Schaubild kann man die obere Grenze für die Größe des Löschkondensators entnehmen. Die untere, praktisch unabhängig von dem zu messenden Winkel nur durch die Entionisierungszeit der Stromrichter bedingte Grenze läßt sich leicht versuchsmäßig ermitteln und durch geeignete Steuerschaltungen gering halten¹⁾. Innerhalb der beiden Grenzen ist die Größe des Löschkondensators ohne Einfluß auf die Anzeige des Drehspulinstrumentes.

Um das Drehspulmeßwerk nicht mit hohen Wechselströmen zu belasten, kann die Spannungskurve geglättet

werden, was in Abb. 1 durch die Widerstände R' und die Kondensatoren C' angedeutet ist. Durch Verwendung eines empfindlichen Galvanometers, durch zweckmäßige Bemessung der Vorwiderstände R' und durch Benutzung von Kontaktscheiben mit vielen Kontaktstücken läßt sich die Empfindlichkeit der Anordnung fast beliebig steigern. Ist

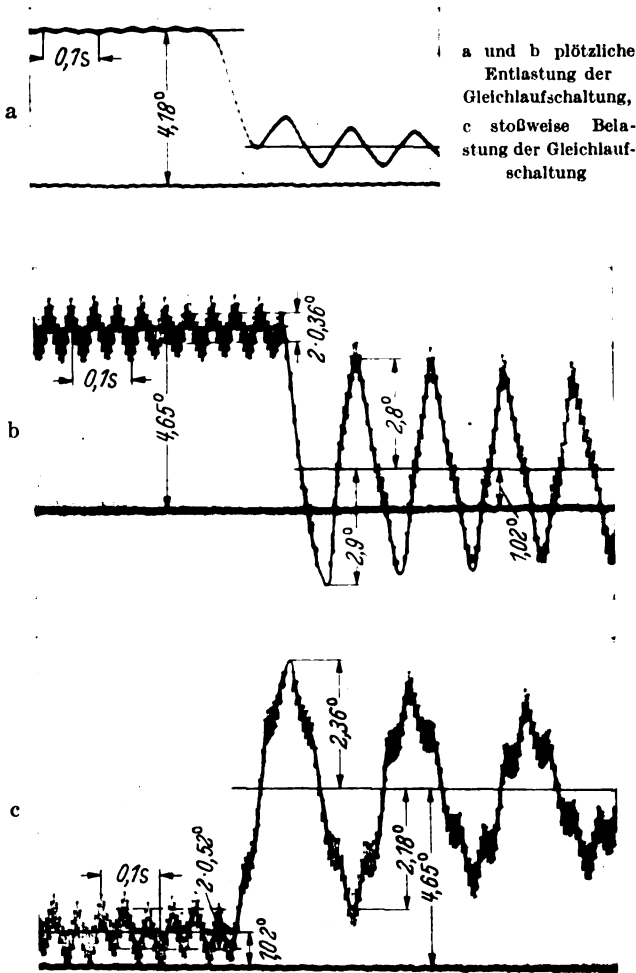


Abb. 4 a bis c. Pendelungen der Läufer zweier Maschinen in Gleichaufschaltung gegeneinander bei plötzlichen Belastungsänderungen. a große Zeitkonstante des Meßkreises, b und c kleine Zeitkonstante des Meßkreises.

n die Drehzahl der Maschinen in U/min, an denen Winkelmessungen ausgeführt werden sollen, z die Zahl der Kontaktstücke je Scheibe, so ist die Frequenz der erzeugten Wechselspannung:

$$f = \frac{n}{60} \cdot z.$$

(7)

Der größte theoretisch meßbare räumliche Winkel beträgt:

$$\alpha_{\max} = \frac{1}{z} \cdot 180^\circ$$

(8a)

beziehungsweise:

$$\alpha_{\max} = \frac{2}{z} \cdot 180^\circ,$$

(8b)

wenn man ein Galvanometer mit Nullpunkt in der Mitte oder ein unpolbares Instrument benutzt und die Bürstenbrücke an einer der Kontaktscheiben so einstellt, daß der Ausschlag Null bei der Hälfte des größten zu messenden Winkels erreicht wird.

Zur Aufzeichnung schnell veränderlicher Winkel (z. B. der Pendelwinkel synchron arbeitender Maschinen) schaltet

1) W. Ostendorf, ETZ 59 (1938) H. 4, S. 87.

Digitized by Google

man statt des Drehspulinstrumentes eine Oszillographenschleife (O in Abb. 1) in den Meßkreis ein. Man muß dabei, wie bei allen derartigen Anordnungen, allerdings beachten, daß die Glättungseinrichtungen Zeitverzögerungen und Amplitudenverkleinerungen in die Messung hineinbringen, die das Ergebnis fälschen können, wenn die Zeitkonstanten der Glättungseinrichtung in die Größenordnung der Zeiten kommen, innerhalb deren sich die zu messenden Winkeländerungen abspielen. Die Forderungen nach guter Glättung bei genügend kleiner Zeitkonstante des Meßkreises lassen sich vereinbaren, wenn die Frequenz der erzeugten Wechselspannung sehr hoch über der Pendelfrequenz liegt. Man wird also in schwierigen Fällen, bei denen die zu messenden Pendelungen eine hohe Frequenz aufweisen, Kontaktscheiben mit vielen Kontakten verwenden. Dies wird sich praktisch stets durchführen lassen, da bei hohen Pendelfrequenzen die Amplituden der Schwingungen meist gering sind [vgl. Gl. (8)]. In besonders schwierigen Fällen wird man sich mit einer verhältnismäßig geringen Glättung der Gleichspannung am Löschkondensator zufrieden geben und den hochfrequenten Wechselspannungsanteil durch Einzeichnen einer Mittelkurve ausscheiden.

Die Oszillogramme der Abb. 4 a bis c stellen Meßwerte der Pendelungen der Läufer zweier Maschinen in einer Gleichlaufschaltung dar. Die Oszillogramme 4 a und b zeigen die Winkeländerungen bei plötzlicher Entlastung, 4 c bei stoßweiser Belastung an. Die Frequenz der Pende-

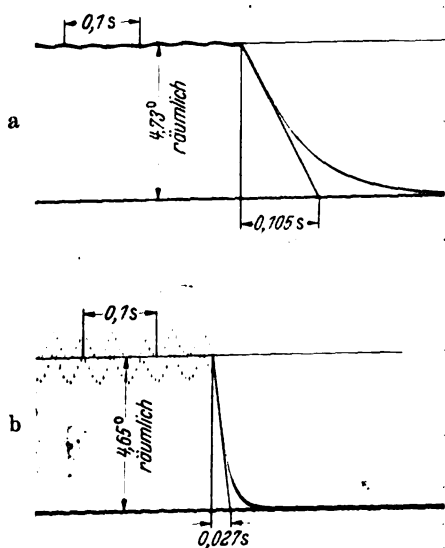


Abb. 5. Bestimmung der Zeitkonstanten der Meßkreise der Oszillogramme 4 a bis c durch plötzliches Abschalten der Gleichspannungsquelle für die Winkelmeßeinrichtung.

lungen betrug 5 bis 9 Hz, die Drehzahl der Maschinen 1500 U/min. Es wurden 8 Kontaktstücke je Scheibe verwendet, also mit einer Wechselspannung von 200 Hz gearbeitet. Die größten auftretenden Verdrehungen der Läufer gegeneinander betrugen etwa 8 räumliche Grade, so daß nach den Gl. (8 a) bzw. (8 b) ein Vielfaches dieser Kontaktzahl zulässig wäre. Oszillogramm 4 a wurde mit übertrieben großen Glättungskondensatoren aufgenommen und zeigt infolgedessen eine starke Verzerrung der aufgezeichneten Pendelungen. In den Oszillogrammen 4 b und 4 c wurde auf eine derartig weitgehende Glättung verzichtet und dadurch der durch die Glättungseinrichtung in die Messung hineingebrachte Fehler klein gemacht.

In dem Oszillogramm Abb. 5 a ist die der Abb. 4 a entsprechende Zeitkonstante des Glättungskreises durch plötzliches Ausschalten der Gleichspannungsquelle ermittelt worden, sie beträgt 0,105 s, während eine Viertelperiode

der zu messenden Pendelungen nur etwa 0,032 s dauert. In Abb. 5 b ist auf die gleiche Weise die zu Abb. 4 b gehörende Zeitkonstante zu 0,027 s ermittelt worden, die Dauer einer Viertelperiode der Pendelungen betrug auch hier etwa 0,032 s. Für sehr genaue Messungen müßte man die Zahl

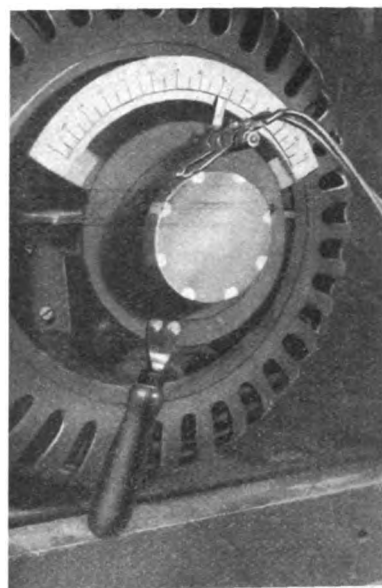


Abb. 6. Der auf die Maschine aufgesetzte mechanische Teil der Winkelmeßeinrichtung.

der Kontaktstücke noch erhöhen, wodurch bei gleicher Glättung wie in den Oszillogrammen 4 b und c ein Fehler praktisch nicht mehr vorliegen würde. Auch eine Unterteilung der Glättungseinrichtung in mehrere Stufen kann zur Herabsetzung der wirksamen Zeitkonstanten des Meßkreises günstig wirken.

Wie einfach der mechanische Teil der Winkelmeßeinrichtung gestaltet werden kann, geht aus Abb. 6 hervor, welche die vom Verfasser benutzte Kontaktscheibe auf der Welle einer der Gleichlaufmaschinen mit der zugehörigen beweglichen Bürstenbrücke und Winkelskala darstellt. Eine bewegliche Bürstenbrücke war nur auf einer der Maschinen angebracht. Auch auf diese kann verzichtet werden, wenn man nicht verlangt, daß das Anzeigeinstrument bei einem vorgegebenen Verdrehungswinkel keinen Ausschlag zeigt. Als Stromrichter genügen Röhren kleinsten Leistung, deren Verwendung sich wegen der geringen Entionisierungszeiten empfiehlt. Die Gitter können über sehr hohe Widerstände gesteuert werden, wodurch eine Funkenbildung an der Kontaktscheibe vermieden wird. An die Zündgenauigkeit der Stromrichter werden keine besonderen Anforderungen gestellt, da sie durch eine Stoßsteuerung beaufschlagt sind.

Zusammenfassung.

Eine Einrichtung zur Messung von räumlichen und elektrischen Winkeln wird beschrieben und ihre Wirkungsweise am Beispiel der Messung von Winkelverdrehungen und Pendelungen in einer Gleichlaufschaltung erläutert. Die geschilderte Anordnung weist eine Reihe wesentlicher Vorteile anderen Winkelmeßeinrichtungen gegenüber auf. Sie ist billig und einfach im Aufbau und in der Handhabung. Das Verfahren ist sehr genau und fast beliebig empfindlich. Es gestattet eine unmittelbare Ablesung von Winkeln an einem Drehspulinstrument oder aus einem Oszillogramm. Dabei ist der Winkel dem Ausschlag des Zeigers bzw. der Oszillographenschleife proportional. Die Eichung ist sehr einfach; der Proportionalitätsfaktor zwischen dem zu messenden Winkel und dem Ausschlag des Meß-

instrumentes kann auch leicht errechnet werden. Die Nullpunktsfestlegung ergibt sich aus den Versuchsbedingungen. Sollen die Relativlagen der Läufer umlaufender Maschinen bestimmt werden, so brauchen nur einfache Kontaktscheiben mit den zugehörigen Bürsten an den Maschinen angebracht zu werden. Die untersuchten Maschinen werden lediglich durch die Reibung der kleinen Hilfsbürsten belastet. Sollte diese Leistung stören oder die Drehzahl so hoch sein, daß Kontakte nicht einwandfrei arbeiten, so kann man statt der Kontaktapparate Photozellen benutzen. Die Meßanordnung gestattet die Ablesung von räumlichen

Verdrehungswinkeln unabhängig von der Drehzahl der Maschinen bzw. von elektrischen Winkeln unabhängig von der Frequenz. Außer der für die Heizung der Stromrichter erforderlichen Spannung wird zum Betriebe der Meßanordnung nur eine Gleichspannungsquelle benötigt. Die Maschinen, zwischen denen Verdrehungswinkel gemessen werden sollen, können in verschiedenen Räumen stehen. Das Meßverfahren kann für viele Fälle benutzt werden, in denen es auf genaue Bestimmung von räumlichen Winkeln an umlaufenden Maschinen oder von elektrischen Winkeln ankommt.

Die Entwicklung der großen Wärmekraftwerke in Frankreich.

Im folgenden wird aus einem Sonderheft¹⁾ der Zeitschrift „Science et Industrie“ auszugsweise wiedergegeben, was gegenüber dem bekannten Schrifttum hervorzuheben ist und was sich auf die in Frankreich besonders gelagerten Verhältnisse bezieht. In der Einleitung, die sich mit der Rolle der Wärmekraftwerke in der nationalen Wirtschaft Frankreichs befaßt, wird folgendes ausgeführt:

Zu einer Zeit, in der die Wasserkraft immer größer werdende Bedeutung erlangt, zumal soeben die Errichtung einer 220 kV-Leitung zwischen Troyes und Paris die Versorgung der Hauptstadt vom Rhein und den Alpen her ermöglicht, entsteht die Frage, ob die Wärmekraftwerke noch eine bedeutende Rolle in der Energieversorgung Frankreichs spielen. Die Wasserkraftanlagen haben den Nachteil, daß sie im allgemeinen von den Verbrauchern entfernt liegen und deswegen kostspielige Zuleitungen bedingen, so daß die Wärmekraftwerke, die örtlich günstiger angelegt werden können, u. U. doch wirtschaftlicher arbeiten. Die Lösung lautet denn auch nicht, die Kraftquellen gegeneinander auszuspielen, sondern sie den Verhältnissen entsprechend richtig anzusetzen. Kohle und Wasser sind reichlich vorhanden, und so kann nach rein wirtschaftlichen Grundsätzen entschieden werden. Es handelt sich um sehr bedeutende Wirtschaftskörper, denen die Elektrizität zu dienen hat, entsprechend groß sind die Aufwendungen, die für die Stromerzeugung und -verteilung gemacht wurden. In der Zeit vor 1935 wurde bereits die Summe von 1 Mrd Poincaréfranken überschritten, von der der größere Teil auf die Wärmekraftanlagen entfiel. Der Bau der Anlagen für Hochdruck und Heißdampf hat dabei eine starke Entwicklung der Technik des Maschinenbaues und der Werkstoffe gebracht, die auch anderen Industriezweigen zugute kommt.

Der französische Ingenieur nimmt für sich in Anspruch, auf all diesen Gebieten bahnbrechend mitgewirkt zu haben. Es sei nur daran erinnert, daß der erste Turbogenerator von 72 000 kVA für 3000 U/min im Jahre 1932 in Frankreich entstand und zu Erkenntnissen führte, die selbst Leistungen von 100 000 kVA und darüber für die gleiche Drehzahl erreichbar erscheinen lassen. Der Übergang zu Höchstdruck in der Größenordnung von 100 at und zu Temperaturen von 450 bis 500 °C hat die wissenschaftliche Durchforschung der Metallkunde und der Wärmetechnik nötig gemacht. Seitdem ist an Stelle der Erfahrung die Wissenschaft getreten.

Vom Standpunkt der Nutzung der Energiequellen sollte man nicht zu sehr hervorheben, daß bei der Stromerzeugung aus Kohle die in dieser Form vorhandene Energie im Mittel nur mit etwa 15% genutzt wird. Wollte man aus diesem Grunde die Kohlschätze nicht für Stromerzeugung verwenden, so würde, bei der herrschenden Stellung der elektrischen Energie, in der Warenherstellung eine wesentliche Verteuerung eintreten müssen. Die Wärmekraftanlagen sind auch als Regelglieder für die aus Wasserkraft nicht regelmäßig anfallende Energie nicht wegzudenken. Wenn man es auch gelernt hat, Überlandleitungen durch Schutzrichtungen weitgehend sicher zu betreiben, so sind doch Störungen durch Gewitter und Leitungsbrüche unvermeidlich.

Schon aus diesem Grunde erscheint die Energieerzeugung mit über der Hälfte des Bedarfs aus Wärme

angebracht. Entscheidend ist aber, daß die verfügbare Wassermenge von den Niederschlägen abhängt, also in weitesten Grenzen schwankt. Ein gewisser Ausgleich ist

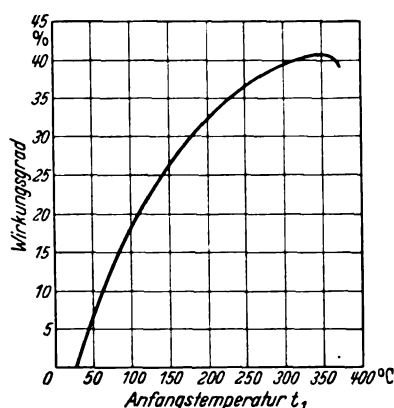


Abb. 1. Wirkungsgrad des Rankine-Prozesses für Sattdampf. Endtemperatur $t_2 = 30^\circ \text{C}$.

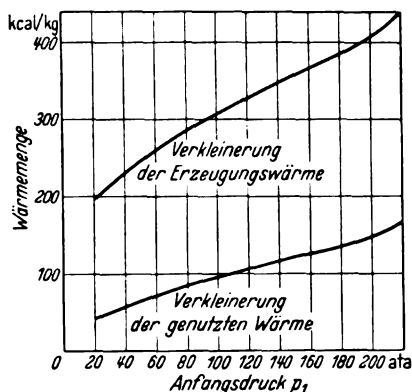


Abb. 2. Verkleinerung der aufzuwendenden und der genutzten Wärmemenge durch Regenerativvorwärmung in unendlicher Stufenzahl. ($t_2 = 27^\circ \text{C}$.)

wegen ihrer Auswirkungen auf den technischen Fortschritt, die Wirtschaftlichkeit und auf die sozialen Belange.

M. Mancy zeigt die Entwicklung der Kraftanlagen in Frankreich auf, die besonders schnell vor sich ging. Während im Jahre 1910 erst 40 000 kW installiert waren, sind es heute 10 Mill kW, von denen zwei Drittel auf Dampfkraft, ein Drittel auf Wasserkraft entfallen. Die Jahresarbeitsmenge von 16 Mrd kWh wird etwa hälftig von der Wasser- und Dampfkraft gestellt. Ein Netz von fast 500 000 km Länge dient der Verteilung.

M. Chabada behandelt sehr eingehend den thermischen Kreisprozeß. Nach Erklärung der Möglichkeiten zur Darstellung von Zustandsänderungen, wobei die Veränderlichen als Linien oder als Flächen in Erscheinung

621. 311. 22 (44)

möglich, wenn Gebiete mit verschiedenen hydrologischen Bedingungen miteinander gekuppelt sind, wie dies eigentlich in Frankreich der Fall ist. Indessen hat sich im Herbst 1936 bis in das Jahr 1937 hinein eine ungewöhnliche Trockenheit eingestellt, von der die Alpen, die Pyrenäen und das Zentralmassiv gleichzeitig betroffen wurden. Die Verbindung untereinander nützte in diesem Falle nichts, und man mußte 1937 ernsthaft in Erwägung ziehen, von den Wärmekraftwerken von Paris Energie nach dem Zentralmassiv abzugeben.

Aus allem folgt, daß Frankreich wohl in erster Linie einen Ausbau der Wasserkraft anstreben sollte, daß aber hierbei die Wärmekraft nicht vernachlässigt werden darf. Richtunggebend sind das Gesetz des Geldes und der Kohlepreis. Die Erstellung von Wärmekraftanlagen ist und bleibt von größter Bedeutung

¹⁾ Sonderheft Sci. et Ind. (1938); 218 S., 342 Abb.

treten können, wird das TS-Diagramm als Grundlage zur Betrachtung der Wasserdampfprozesse genommen. Dem Idealprozeß von Carnot, dessen Wirkungsgrad $\frac{T_1 - T_2}{T_1}$ eine Höchstaubeute darstellt, wird der in den Dampfkraftanlagen in Wirklichkeit durchgeführte Rankineprozeß gegenübergestellt, der wegen der Abweichung der Wasserdampferwärmungskurve von einer senkrechten Geraden (durch Entropiezunahme bedingt) den Carnotprozeß nicht erreichen kann. Bei einer angenommenen Temperatur $T_2 = 303^\circ \text{C}$ ergibt sich für wachsendes T_1 eine Wirkungs-

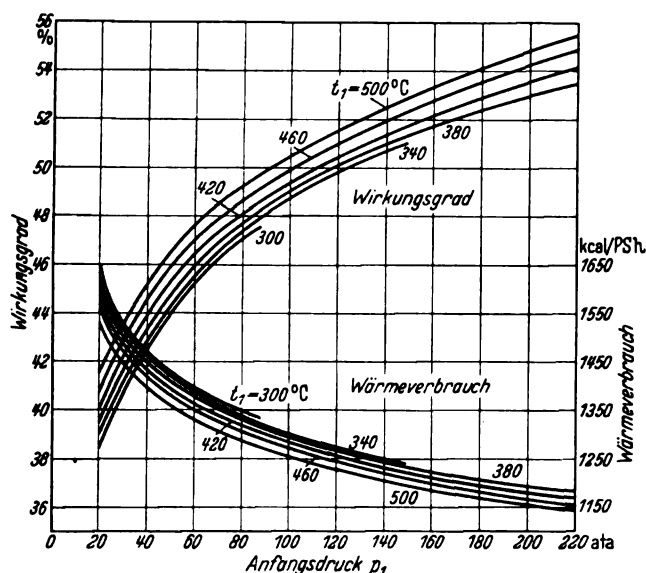


Abb. 3. Wirkungsgrad und Wärmeverbrauch des Kreisprozesses mit ∞ -stufiger Regenerativ-Vorwärmung für $t_2 = 27^\circ \text{C}$.

gradkurve, die bei $T_1 = 623^\circ \text{C}$, also noch vor der kritischen Temperatur, einen deutlichen Höchstwert von etwas über 0,4 hat. Das gilt für Satttdampf (Abb. 1). Wird der Dampf überhitzt, verschlechtert sich der Rankineprozeß weiterhin wesentlich gegenüber dem Carnotprozeß für gleichen Temperaturbereich. Bemerkenswert ist indessen, daß die Überhitzung doch eine Steigerung des Wirkungsgrades gegenüber Satttdampf bewirkt, und das ist schließlich entscheidend für den tatsächlichen Nutzen der Überhitzung, zumal die Nutzung der Wärmequelle, die in Heizgas von viel höherliegenden Temperaturen besteht, durch die Erzeugung höherer Dampftemperaturen nicht geschmälert wird.

Es folgen nunmehr Kurven für den Wirkungsgradverlauf des reinen Rankineprozesses in Abhängigkeit von der Überhitzung bei angenommener Endtemperatur von 27°C , und weiterhin wird der Einfluß des Abdampfdruckes dargestellt, wobei die Wirkungsgrad-Höchstwerte bei bestimmten Anfangsdrücken in Erscheinung treten.

Größeres Interesse erwecken die dann folgenden Ausführungen über den Einfluß der Regenerativ-Vorwärmung des Speisewassers. Die Vorwärmung in unendlich vielen Stufen führt zunächst beim Satttdampfprozeß zu der bekannten vollständigen Carnotisierung des Rankineprozesses. In Abb. 2 wird in einer bei uns nicht üblichen, aber sehr sinnfälligen Weise der Einfluß der Regenerativ-Vorwärmung dargestellt, der zunächst in einem Rückgang des Nutzens der Wärme des Ursprungsampfes besteht, weil namhafte Dampfanteile nicht mehr die ganze Turbine durchströmen. Die obere Kurve zeigt den gleichzeitig eintretenden Rückgang des Wärmeaufwandes für 1 kg Dampf, und die Differenz der jeweils einem bestimmten Anfangsdruck zugeordneten Kurvenwerte ergibt den tatsächlichen Gewinn in kcal/kg Dampf, also nicht als Hundertteil eines immer strittigen Ausgangswertes, wie sich das bei uns bedauerlicherweise eingebürgert hat. Der Vorteil dieser Darstellung prägt sich in diesem Falle noch dadurch aus, daß diese Kurven in gleicher Weise für Satttdampf und für überhitzten Dampf Geltung haben, wie in der Abhandlung im einzelnen nachgewiesen wird.

Auch die Kurvenscharen der Abb. 3 sind aus dem gleichen Grunde wertvoll, denn sie zeigen den erreichbaren Wärmeverbrauch des Prozesses unmittelbar an.

Es wird dann zum Prozeß mit Zwischendampfüberhitzung übergegangen und an Hand des TS-Diagramms festgestellt, daß die Höhenlage des „Überhitzungsdreiecks“ zum Volldiagramm ohne Zwischenüberhitzung dafür bestimmend ist, ob thermisch ein Gewinn oder ein Verlust eintritt. Es entsteht das bekannte Ergebnis, daß beide Fälle eintreten können, daß aber die jeweilige Größe keinen großen Einfluß auf den Prozeßwirkungsgrad hat. Ein Anreiz, die Zwischenüberhitzung aus thermischen Gründen anzuwenden, besteht demnach nicht. Sie ist als notwendiges Übel in Kauf zu nehmen, wenn die schädliche Dampfmasse in den Endstufen der Dampfdehnung auf andere Weise nicht auf ein erträgliches Maß eingeschränkt werden kann.

Nach einer theoretischen Erläuterung des Zweistoffprozesses für Quecksilber- und Wasserdampf wird schließlich ein Überblick über die Richtlinien für die Auslegung neuzeitlicher Dampfkraftanlagen gegeben.

Weitere Aufsätze über die Entwicklung der Dampfkessel und der Turbinen, Anwendung von Wärmespeichern, Kesselregelungen usw. vervollständigen das Bild von der Entwicklung der Dampfkraft. Die Aufsätze sind mit großer Sorgfalt verfaßt. Sie sind als Belehrung wertvoll, bringen aber nichts Neues oder für Frankreich Eigentümliches.

Httr.

Technische Neuerungen auf dem Gebiete des Fernmeldewesens in den V. S. Amerika im Jahre 1937.

Das durch den Bau der gewaltigen Wasserkraftanlagen entstandene und ständig weiter um sich greifende Starkstromnetz beeinflusste den Fernspreverkehr immer mehr¹⁾. Wie bei Versuchen festgestellt worden ist, läßt sich die Starkstrombeeinflussung von Fernsprechkabeln durch Parallelschalten je eines Kondensators von etwa $2,75 \mu\text{F}$ zu den Wicklungen des Haupttransformators (Sternschaltung) und Einfügung einer Siebkette in den Hörerstromkreis (Abb. 1) erheblich vermindern.

Um die Einführung des Fernsprechers zu fördern, wird von einigen Gesellschaften angestrebt, daß bei Neubauten auf die spätere Einrichtung von Anschlüssen in einem beliebigen Raum schon von vornherein Rücksicht genommen wird. Mit einer neuen Art von Anschlußdosenanlagen will man versuchen, allen Wünschen der Teilnehmer gerecht zu werden. Für anspruchsvolle Teilnehmer ist ein neuer, meist in einer besonderen Resonanzkammer beim Apparat untergebrachter Wecker

mit nicht schrillum und auf die Nerven fallenden Klang, der aber auf große Entfernung hörbar ist, entwickelt worden.

Für das Bedienungspersonal sind besonders leichte Brustmikrophone und Kopfhörer, beide zusammen von nur 180 g Gewicht, geschaffen worden. Be-

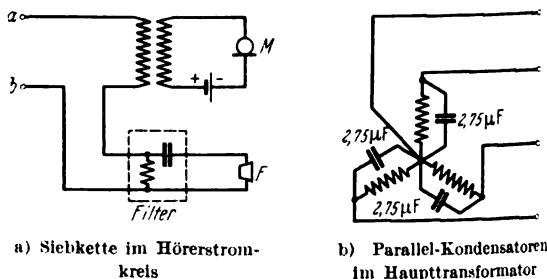


Abb. 1. Verminderung der Starkstrombeeinflussung von Fernsprechanlagen.

1) St. R. Edwards, Telephony 114 (1938) H. 1, S. 9.

denkt man, daß der bei uns schon längst gebräuchliche Handapparat in den V. S. Amerika erst seit 1927 Eingang gefunden hat, dann nimmt es nicht wunder, wenn in dem amerikanischen Schrifttum immer wieder von neuen Mustern von Tisch- und Wandapparaten, die für Wähl- oder Handbetrieb geeignet sind, die Rede ist. Eine frühere Einführung des Handapparats kam aus wirtschaftlichen Gründen nicht in Frage, weil nämlich im Jahre 1912 bereits etwa 10 Mill Fernhörer der Bell Gesellschaft, die diese für den damals schon recht umfangreichen Weitfernverkehr (ohne Verstärker) besonders entwickelt hatte, in Betrieb waren.

Die von vielen Firmen als Neuigkeit gepriesenen Hochleistungs-Nebenstellenanlagen stellen lediglich unsere bekannten Reihenanlagen mit zwei Amtsleitungen bis zu sechs oder zehn Reihenstellen dar. Der Vorsprung, den Deutschland auf dem Gebiete der Nebenstellentechnik besitzt, ist dem scharfen Wettbewerb im eigenen Lande zu danken.

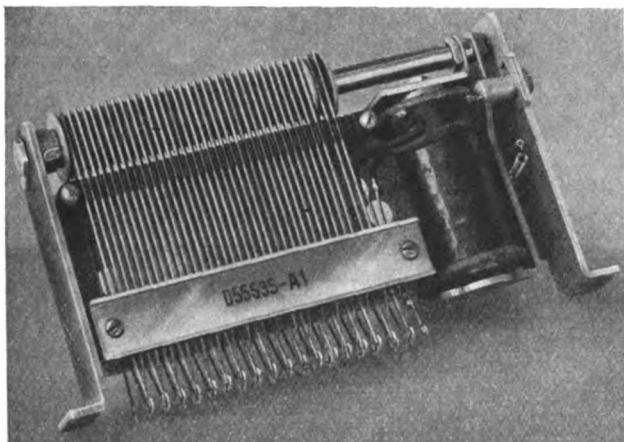


Abb. 2. Schwenkschalter mit 32 Kontakten.

Beim Zubehör für Sprechstellenapparate ist eine auf das Zweifache ihrer Länge dehnbare Schnur für Handapparate, wie sie auch in Deutschland seit längerer Zeit bekannt ist, erwähnenswert. Ferner ist eine Einrichtung anzuführen, die bei uns unter dem Namen Telerapid bekannt ist. Wenn bestimmte Anschlußnummern häufig gewählt werden, wird nach Einstellung eines Zeigers auf den auf einer Scheibe befindlichen Namen des betreffenden Teilnehmers und Umlegen eines Hebels das Wählen selbsttätig besorgt.

Für kleine Vermittlungsanlagen mit einem Fassungsvermögen bis zu 30, 60 und 100 Anschlüssen ist als neuer Bauteil ein Schwenkschalter mit 32 Kontakten (Abb. 2) auf den Markt gekommen, der entweder als AS oder LW verwendet wird. Da z. B. bei einer Anlage von 100 Teilnehmern und zehn gleichzeitigen Sprechmöglichkeiten außer 200 derartigen Schwenkschaltern und dem sonstigen Zubehör immer noch etwa 800 Relais erforderlich sind, ist der Aufwand für die technische Einrichtung insgesamt so erheblich, daß die in Deutschland gebräuchlichen Anlagen wirtschaftlicher erscheinen.

Zwei neue Arten des Teilnehmeranrufs sind entwickelt worden, bei denen unmittelbar vom Rufstrom entweder ein angenehmes und auf weite Entfernung hörbares Glockengeläute ausgelöst oder eine Neonröhre im Rhythmus des Rufstroms zum Leuchten gebracht wird.

Bemerkenswert ist, daß die Zahl der Fernschreibstationen im Jahr 1937 um 1800 vermehrt worden und auf insgesamt 12 000 gestiegen ist. Die Zunahme der Leitungen im gleichen Zeitraum betrug 96 000 km bei einem Netz von insgesamt 1,13 Mill km.

Eingehende Untersuchungen über die Verbreitung von ansteckenden Krankheiten durch den Fernsprecher haben, wie auch in Deutschland, ergeben, daß der Fernsprecher kein größerer Bazillenverbreiter ist als andere Gebrauchsgegenstände, so daß von einer regelmäßigen Desinfektion des Handapparats unbedingt abgesehen werden kann.

Ein neuer verdrillter, mit Gummi isolierter Draht wurde eingeführt, der auch unterirdisch verlegt werden kann und hauptsächlich in ländlichen Gegenden verwendet werden soll. Zur Verlegung dieses

Gummidrahtes, wie auch von schwachen und mittelstarken Erdkabeln, bedient man sich eines pflugartigen Gerätes, mit dem Rillen von gleichmäßiger Tiefe bis zu 65 cm hergestellt werden können. Zur Vermeidung der Kabelkorrosion ist versucht worden, den Kabelmantel mit einem Überzug aus Asphalt, Papier und Geweben zu schützen. Für Amtskabel sind, ohne die Eigenschaften der Kabel zu verändern, neben den bestehenden Abstufungen in der Mantelstärke von 1,5 mm für dünnere und 3,0 mm für dickere Kabel solche von 0,3 mm hinzugekommen. Beim Vergießen der Spleißstellen wird statt heißen Paraffins jetzt als besonders gutes Austrocknungsmittel wasserfreies Kalziumsulfat verwendet. Um die schädlichen Einflüsse des Schwefels auf die Lötstellen bei Verwendung von vulkanisierten Gummiaderschnüren zu vermeiden, wurde ein neues Herstellungsverfahren für gummiisolierte Drahtleitungsschnüre entwickelt.

In steigendem Maße wurde 1937 eine aus einer Entladungsröhre bestehende Vorrichtung für den wahlweisen Anruf in Gesellschaftsleitungen angewendet.

Mit Koordinatenwählern sind Versuche bei einem Amt mit 10 000 Anrufeinheiten in einem Geschäftsviertel und bei einem anderen mit über 3000 in einem Wohnviertel mit Erfolg fortgesetzt worden.

Ferner sind für größere VSt vollselbsttätige Puffereinrichtungen, bei denen ein ständig laufender Generator die Batterie auf dem richtigen Ladezustand hält, entwickelt worden; für kleine VSt dagegen werden gittergesteuerte Gleichrichter für selbsttätigen Pufferbetrieb bevorzugt, die die Batteriespannung unabhängig von der Netzspannung, der Belastung und der Raumtemperatur in engen Grenzen halten.

Besonderes Interesse verdienen die Forschungsarbeiten und der Stand der Entwicklung auf dem Gebiete der Vielbandträgersysteme und der koaxialen Kabel. Das Vielbandträgersystem ist versuchsweise auf einzelnen Kabeladernpaaren und auf Freileitungen angewendet worden. Es ist möglich, auf einem unbespulten Kabeladernpaar zwölf Gespräche bei einem Frequenzband bis zu 60 kHz abzuwickeln. Bis zum Frühjahr 1938 werden bereits zwei derartige Systeme in Betrieb genommen sein. Bei Freileitungen können auf einer Leitung sechzehn Gespräche gleichzeitig geführt werden, nämlich zwölf Gespräche nach dem Vielbandsystem (obere Grenze 140 kHz), drei hochfrequente Gespräche und ein niederfrequentes Gespräch. Infolge einer Wellengeschwindigkeit bei unbespulten Leitungen von mehr als 160 000 km/s werden die Echoerscheinungen und merkliche Verzögerungen in der Rede und Gegenrede vermieden. Als gemeinsamer Teil des Vielbandträgersystems kommen die Modulations- und Filtereinrichtungen hinzu, die für die zwölf Sprechwege Frequenzen von 60 bis 108 kHz vorsehen.

Bei dem im Jahre 1936 vorgenommenen ersten Versuch mit einem koaxialen Kabel für 27 Sprechwege wurden auch befriedigende Versuche mit tonfrequenter Wechselstromtelegraphie und mit Bildübertragungen angestellt. Die bei diesen Versuchen verwendeten Zwischenverstärker waren für 1 MHz gebaut und gestattet, bei getrennten Wegen für Hin- und Rückleitung gleichzeitig 240 Gespräche zu führen. Das Kabel selbst besteht aus zwei koaxialen Übertragungseinheiten in einem gemeinsamen Bleimantel bei einem Durchmesser von 22,2 mm. Künftig ist geplant, den Übertragungsbereich der Verstärker auf 2 MHz zu erhöhen, das gibt die Möglichkeit, entweder 480 Gespräche gleichzeitig oder Fernsehbilder mit wesentlich größerer Bildpunktzahl zu übertragen.

Die im Jahre 1937 aufgetretenen Unwetter waren ungewöhnlich heftig und verursachten ungeheuren Schaden. So wurden allein im Gebiete der South-Western Bell Telephone Co. 25 000 Stangen umgelegt oder zerbrochen, 2500 Fernleitungen außer Betrieb gesetzt und 60 Städte von jeglichem Fernverkehr abgeschnitten. Die riesenhaften Überschwemmungen des Ohio und Mississippi zwischen Pittsburg und New Orleans verursachten in die Millionen gehende Schäden in den Fernsprechanlagen der überfluteten Städte. Dadurch stieg an einzelnen Tagen der Weitfernverkehr in den unversehrten Nachbarbezirken auf das 2- bis 3,3fache. Die durch die Unwetter hervorgerufenen zusätzlichen Lieferungsaufträge allein bei den Bell-Gesellschaften umfaßten innerhalb von zwei Wochen u. a. 28 000 Handapparate, 23 000 Teilnehmerapparate, 11 600 km Gummidraht, 66 000 km Kabelleitungen und 590 t Telegraphenbauzeug. Srdt.

Elektrowärme-Sondermassen.

(Mittteilung aus dem Elektrowärmelaboratorium der Vereinigten Höheren Technischen Staatslehranstalten, Köln.)

Von P. Silberbach VDE, Köln.

Übersicht. Die Untersuchungen hatten den Zweck, die Abhängigkeit des Isolationswiderstandes keramischer Isolierstoffe, insonderheit der Elektrowärme-Sondermassen, von der Temperatur, und zwar von 600 bis 1300 °C für verschiedene Erzeugnisse aufzuzeigen.

Mit der Entwicklung der aluminiumlegierten Widerstandswerkstoffe nahmen auch die Anforderungen zu, die an die elektrischen Isolierstoffe gestellt wurden. Da über das Verhalten keramischer Isolierstoffe bei Temperaturen von 700 ° bis 1300 °C keine technischen und physikalischen Werte vorlagen, wurden zunächst Versuche über den Einfluß der Temperatur auf den Isolationswiderstand bei diesen Temperaturen angestellt. Es handelte sich dabei in erster Linie um sog. keramische Sondermassen für Elektrowärme der Gruppe V der Übersichts- und Eigenschaftstafel keramischer Werkstoffe für die Elektrotechnik des Verbandes Deutscher Elektrotechnischer Porzellanfabriken, vgl. Gruppe D der Zahlentafel 1¹⁾. Zum Vergleich wurden auch andere Gruppen keramischer Isolierstoffe herangezogen (Gruppen I, II und IV), während solche der Gruppe III nicht untersucht wurden. Hierbei entsprechen die Werkstoffe der Gruppe A in Abb. 3 der Gruppe I, Gruppe B der Gruppe II und Gruppe C der Gruppe IV der Eigenschaftstafel der Elektroporzellanfabriken.

Die Versuche wurden mit Unterstützung des Ingenieurdienstes Köln von Herrn Lehmann durchgeführt. Stoffproben wurden von den Herstellerfirmen bereitwilligst zur Verfügung gestellt. Allen Beteiligten sei auch an dieser Stelle für ihre Unterstützung gedankt, besonders der Rheinischen Gruppe der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung.

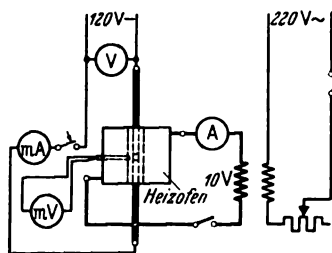


Abb. 1. Schaltbild der Versuchsanordnung zur Messung der keramischen Isolierstoffe bei hohen Temperaturen.

Abb. 1 zeigt das Schaltbild der Versuchsanordnung und Abb. 2 einen Schnitt durch den Kohlegrießofen.

Nach Abschaltung des Wechselstromes wurde an die Kohleelektroden eine Gleichspannung von 120 V angelegt und mit einem sehr empfindlichen Galvanometer der Stromdurchgang durch das Isolierstück l gemessen. Aus Spannung und Strom wurde dann nach dem ohmschen Gesetz der Widerstand $R = U/I$ und nach den Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE 0303 § 12) der spezifische Widerstand, bezogen auf einen Würfel mit der Kantenlänge 1 cm aus

$$\varrho = \frac{R F}{a} \text{ in } \Omega \text{ cm}$$

berechnet, worin a die Höhe des Isolierstückes l in cm und F seinen Querschnitt in cm² bedeutet.

In der Mitte des Kohlegrießofens ist ein waagrechtes feines Loch gebohrt, um ein Platin-Platinrhodium-

Thermoelement mit Schutzrohr einzuführen und die Temperatur des Isoliermaterials l bestimmen zu können.

Die Probekörper wurden zum größten Teil aus größeren Stücken herausgebrochen und durch Bearbeiten auf

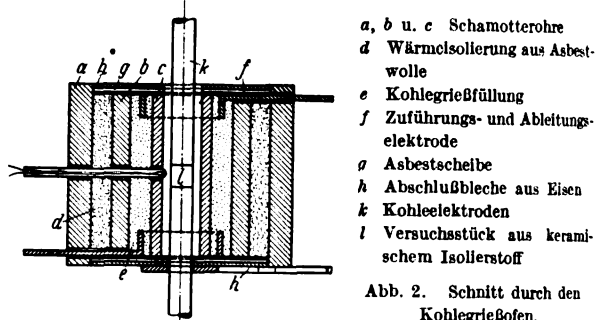


Abb. 2. Schnitt durch den Kohlegrießofen.

bestimmte Maße gebracht. Die in Abb. 3 eingetragenen Werte sind Mittelwerte, da von jedem Isolierstoff mehrere Proben untersucht wurden. Die Untersuchungen bestätigen zahlenmäßig die bekannte Tatsache, daß porzellanartige Isolierstoffe für Temperaturen über 600 °C zur Isolierung von elektrischen Leitungen oder Widerständen nicht gebraucht werden dürfen, sondern daß dafür nur die keramischen Massen der Gruppen II, IV und V (B, C und D) geeignet sind.

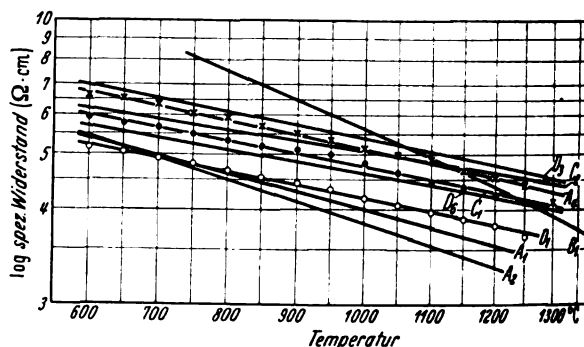


Abb. 3. Änderung des Widerstandes keramischer Massen mit der Temperatur.

Auch die Biegefestigkeit der Isolierstoffe der Gruppe I läßt bei höheren Temperaturen zu wünschen übrig, während die anderen Gruppen auch in dieser Beziehung besser zu sein scheinen. Leider konnten die Untersuchungen darüber nicht so weit durchgeführt werden, um einwandfreie Zahlen dafür zu liefern. Hoffentlich wird dies von anderer Seite nachgeholt, zumal bei Temperaturen von 700 bis 1300 °C ganz erhebliche Eigenspannungen in den keramischen Stoffen auftreten, die auch ohne mechanische Beanspruchungen zu eigenartigen Beschädigungen des Werkstoffes führen können.

Zusammenfassung.

Für Temperaturen von 600 bis 1300 °C eignen sich zur elektrischen Isolierung nur ganz bestimmte keramische Massen, sogenannte Elektrowärme-Sondermassen, die den Gruppen II, IV und V der Eigenschaftstafel der Elektroporzellanfabriken zugehören.

1) ETZ 56 (1935) S. 916.

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 315. 23. 004. 6. Das Kriechen von Röhrenkabeln. — In England hat man an Röhrenkabeln, die unter stark befahrenen Straßen verlegt sind, die merkwürdige Beobachtung gemacht, daß die Kabel in der Hauptrichtung des Verkehrs eine leichte Vorwärtsbewegung zeigten. Die Erscheinung wurde hauptsächlich bei Kabeln festgestellt, die in 0,75 m langen Steinzeugröhren verlegt waren. Von Einfluß war auch der Untergrund. So wurde in einem Falle an einem stark befahrenen Weg mit leichtem Lehm Boden festgestellt, daß ein Fernsprechkabel von 3 1/2 cm Dmr. in einer Röhre von 7 1/2 cm Dmr. innerhalb von zwei Jahren über 60 cm in der Richtung des Verkehrs vorwärtsgekrochen war. Für die Erklärung dieser Erscheinung wurden zwei Theorien angegeben. Die eine besagt, daß der von dem Rad des Fahrzeugs ausgehende Druck sich wellenförmig bis zum Kabel fortpflanzt und es in eine Vorwärtsbewegung versetzt. Die andere Theorie nimmt an, daß die Bodenerschütterung sich nicht sinusförmig, sondern sägezahnförmig wie die Bewegungen eines geschüttelten Förderers fortpflanzt. Diese ruckweisen Bewegungen übernimmt das Rohr und überträgt es auf das Kabel. Der weiche Kabelmantel wird folgen, die Kabelseele bleibt zurück. Die Reibung zwischen Mantel und Kabelseele und die Elastizität des Mantels sind für die Bewegung von Bedeutung. Eine Reihe von Messungen mit Vibrationsinstrumenten ergab keine eindeutige Klarstellung, welche der Theorien ausschlaggebend ist. Um das Kriechen zu verhindern, wurden die Kabel an den Rohrmündungen durch Holzkeile festgelegt. Es war aber notwendig, den ringförmigen Keil so fest um das Kabel zu pressen, daß die Kabelseele gut gefaßt werden konnte. Die durch das Zusammenpressen des Kabels hervorgerufene Veränderung der Kapazität hat den allgemeinen elektrischen Zustand des Kabels nicht ungünstig beeinflusst. Wie stark die an der Vorwärtsbewegung des Kabels beteiligten Kräfte sind, hat die Messung mit einem Dynamometer ergeben, das einen Kraftaufwand von etwa 1000 kg anzeigte.

Ein Mittel, das Kriechen zu verhindern, liegt neben dem Festkeilen des Kabels an der Rohrmündung in der Verwendung längerer Rohre. Bei einer derartigen Verlegung hat man den Fehler bisher noch nicht beobachtet. [A. C. Timmis, Post Off. electr. Engrs. J. 30 (1937) S. 180; 6 S., 12 Abb.] Kbr.

Elektrische Maschinen.

621. 318. 3. 045. 7 Entwurf der Dämpferwicklung bei Wechselstrom-Hubmagneten. — In der ersten Arbeit¹⁾ wurde ein Vektordiagramm des Wechselstromhubmagneten aufgestellt und der Streublindwiderstand der Dämpferwicklung abgeleitet. Es sei F der Querschnitt des Luftstromes in cm², s der Luftspalt in cm, F_1 der freie, F_2 der von der Dämpferwicklung umschlossene Teil des Gesamtquerschnitts und das Querschnittsverhältnis $v = F_2/F_1$. So ist die magnetische Leitfähigkeit des Gesamtluftstromes:

$$A = \frac{F}{s} = \frac{F_1 + F_2}{s}$$

die des freien Luftstromes:

$$A_1 = \frac{A}{v + 1}$$

und die des umschlossenen Luftstromes:

$$A_2 = \frac{v A}{v + 1}$$

Für die Durchflutungen und Flüsse kann man gemäß dem ersten Aufsatz ein Vektordiagramm aufstellen (Abb. 1). Die Durchflutung Θ_{μ_1} wirkt im umschlossenen Luftraum, Θ_{μ_1} im freien Luftraum und Θ_2 ist die vom Dämpferstrom I_2 herührende Durchflutung. Dementsprechend wirkt der Fluß Φ_2 im umschlossenen, Φ_1 im freien Luftraum und beide setzen sich zusammen zum resultierenden Fluß Φ_0 . Bezeichnet man mit

x_2 den Streublindwiderstand, mit r_2 den Wirkwiderstand der Dämpferwicklung, so ist ihr Scheinwiderstand $z_2 = \sqrt{r_2^2 + x_2^2}$ und $\cos \varphi = r_2/z_2$. Der Winkel φ darf nicht vernachlässigt werden. Führt man folgende Vereinfachungen ein:

$$a = 0,4 \pi \sqrt{2} A_1, \quad b = 0,4 \pi \sqrt{2} A_2 \quad \text{und} \quad c = \frac{\omega}{\sqrt{2}} w_2 \cdot 10^{-8},$$

worin ω die Kreisfrequenz und w_2 die Windungszahl der Dämpferwicklung bedeuten, so kann man schreiben:

$$\Phi_1 = a \Theta_{\mu_1} \quad \text{und} \quad \Phi_2 = b \Theta_{\mu_2}$$

$$\Theta_{\mu_1} = \frac{\cos \varphi}{\cos \psi} \Theta_2 \quad \text{und} \quad \Theta_{\mu_2} = (\cos \varphi \tan \psi - \sin \varphi) \Theta_2$$

und erhält:

$$\frac{\Phi_1}{\Phi_2} = \frac{\cos \varphi}{v \sin(\psi - \varphi)}$$

Ebenso erhält man die EMK der Dämpferwicklung zu $E_2 = c \Phi_2$. Der Dämpferstrom ergibt sich als $I_2 = E_2/z_2$.

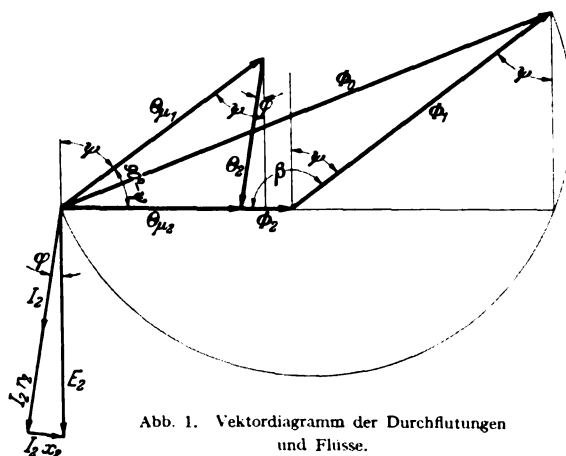


Abb. 1. Vektordiagramm der Durchflutungen und Flüsse.

Nach längeren mathematischen Entwicklungen erhält man einen Ausdruck für das Verhältnis:

$$\zeta = \frac{\text{Zeitlicher Kleinstwert der Zugkraft}}{\text{Mittelwert der Zugkraft}}$$

$$\zeta = 1 - \sqrt{1 - \frac{4 v \cos^2 \varphi \sin^2(\psi - \varphi) \cos^2 \psi}{[\cos^2 \varphi + v \sin^2(\psi - \varphi)]^2}}$$

Zur besten Ausnutzung des Magneten muß der Luftspalt möglichst klein gemacht werden, um möglichst wenig Erregerstrom zu verbrauchen. Um das Schnarren zu vermeiden, muß das Pulsieren der Zugkraft möglichst gering werden, d. h. man muß den zeitlichen Kleinstwert der Zugkraft möglichst hoch treiben. Der Ausdruck für ζ wird um so größer, je größer der Wert

$$\frac{4 v \cos^2 \varphi \sin^2(\psi - \varphi) \cos^2 \psi}{[\cos^2 \varphi + v \sin^2(\psi - \varphi)]^2}$$

ist. Für $z_2 = x_2$ ist der Ausdruck = 0, also auch $\zeta = 0$. Den Wert 1 kann man nur erreichen, wenn $v = 1$, $\psi = 0$ und $\varphi = 45^\circ$ wäre, d. h. man müßte in den Dämpferkreis einen großen Kondensator einbauen. Sieht man von der Kapazität der Dämpferwicklung ab, so erhält man durch Differentiation des obigen Bruches nach ψ :

$$\frac{\sin^2(\psi_k - \varphi_k)}{\cos^2 \psi_k} = \frac{1}{v + 1}$$

Die Zeichen k bedeuten die kritischen Werte, für welche der größtmögliche Wert von ζ erhalten wird. Man erhält dann:

$$z_{2k} = \frac{b c w_2}{\sqrt{v + 1}}$$

¹⁾ ETZ 58 (1937) S. 795.

als Bestwert des Scheinwiderstandes und ebenso:

$$r_{2k} = \frac{\sqrt{b^2 c^2 w_2^2 - (v+1)x_2^2}}{v+1}$$

als Bestwert des Widerstandes. Der größtmögliche Wert von ζ oder der Gütegrad der Dämpferwicklung ζ_k wird dann:

$$\zeta_k = 1 - \frac{b c w_2 + (v+1)x_2}{\sqrt{v+1(b c w_2 + x_2)}}$$

Für diesen Fall erhält man den Dämpferstrom:

$$I_{2k} = \frac{v E_0}{b c w_1 \sqrt{v+2} + 2 \frac{v+1}{b c w_2} x_2}$$

Aus diesen Gleichungen ersieht man, daß die Vergrößerung des Querschnittsverhältnisses zwar eine Vergrößerung des Gütegrades bedingt, aber auch eine Vergrößerung des Dämpferstromes. Bei Vergrößerung des Hubes wird der Ausdruck $b c w_2$ kleiner, man kommt sehr bald an die Grenze $x_2 = x_2$, also $\zeta = 0$. Die Dämpferwicklung wirkt also nur bei hochgezogenem Magnetkern. Verringert man den Widerstand r_2 , so vergrößert man den Dämpferstrom, dagegen nähert sich der Gütegrad der Dämpferwicklung dem Grenzwert Null. Eine Dämpferwicklung mit sehr geringem ohmschen Widerstand wirkt also nicht dämpfend, wohl aber stromvergrößernd.

Die obigen Erkenntnisse wurden an einem vorhandenen Elektromagneten experimentell untersucht, dessen Abmessungen in der Luftspaltzone bereits in dem ersten Aufsatz mitgeteilt worden sind. Der Luftspalt wurde mit 0,4 mm festgestellt. Die Rechnung ergab:

$$\zeta_k = 0,22, \quad I_{2k} = 25 \text{ A}, \quad \varphi_k = 7^\circ, \quad r_{2k} = 0,07 \Omega.$$

Gemessen wurde bei $r_2 = 0,07 \Omega$ ein Dämpferstrom von $I_2 = 22 \text{ A}$. Bei einem Dämpferwiderstand von etwa $0,06 \Omega$ hörte das sonst sehr heftige Schnarren vollständig auf, um bei etwa $0,2 \Omega$ wieder stark einzusetzen. — Es erscheint wünschenswert, daß ähnliche Versuche auch an anderen Magneten durchgeführt werden. [Fr. Unger, Elektrotechn. u. Masch.-Bau 56 (1938) S. 201; 5 S., 6 Abb.] eb.

621. 3. 014. 31 : 621. 313. 2. 047. 2 Untersuchung über die Lichtbogenbildung auf dem Kommutator von Gleichstrommaschinen. — Über die Ausbildung des Bürstenfeuers von Gleichstrommaschinen zum Rundfeuer bei schweren Kurzschlüssen sind schon mancherlei Betrachtungen und Untersuchungen angestellt worden. Die bisherigen Ansichten über die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichtbogens gehen auseinander. Am verbreitetsten ist die Meinung, daß die Ausbreitungsgeschwindigkeit gleich der Umfangsgeschwindigkeit des Kommutators ist, und daß daher der Kurzschlußstrom in kürzerer Zeit unterbrochen werden muß, als ein Segment benötigt, um von einer Bürste zur folgenden zu gelangen. Daneben findet sich auch die Ansicht, daß die Ausbreitungsgeschwindigkeit nur halb so groß ist.

Die Verfasser haben versucht, hierüber Klarheit zu schaffen. Zur Untersuchung diente ein in der russischen Fabrik in Charkow gebauter Generator für 1500 V, 667 A, 500 U/min, mit 6 Polen, 950 mm Kommutatordurchmesser und 552 Kommutatorsegmenten, Kommutatorumfangsgeschwindigkeit = 24,9 m/s, Segmentspannung = 16,3 V.

Der Generator wurde über einen Schnellschalter bei verschiedenen Klemmenspannungen kurzgeschlossen und der Lichtbogen hierbei durch einen schmalen Schlitz eines feuerfesten Schirmes photographiert. Während der Aufnahme bewegte eine gespannte Feder das Objektiv der Kamera, so daß die Lichtbogenlänge in Abhängigkeit von der Zeit aufgezeichnet wurde. Abb. 2 zeigt die Versuchsanordnung, Abb. 3 eine der zahlreichen Aufnahmen und zwar vergrößert umgezeichnet und mit Längen- und Zeitmaßstab versehen. Abb. 4 bringt die Auswertung. Hier ist noch der zeitliche Verlauf des Kurzschlußstromes aus einem gleichzeitig aufgenommenen Oszillogramm eingetragen worden.

Als Ergebnis ihrer umfangreichen Untersuchungen erhalten die Verfasser etwa folgendes: Die mittlere Ausbreitungsgeschwindigkeit v des Lichtbogens hängt stark von der Spannung U bzw. vom Kurzschlußstrom I ab: $v = 6,8/12/23 \text{ m/s}$ bei $U = 450/550/600 \text{ V}$ und $2100/2500/2800 \text{ A}$. Der Lichtbogen brennt nicht gleichmäßig, sondern erlischt und zündet wieder

in gleichmäßigen Zeitabständen von 0,8 m/s. Diese Zeit entspricht etwa einer Kommutatorbewegung um 4 Segmente. Da nach jedem Verlöschen die Bogenlänge sogar über den vor-

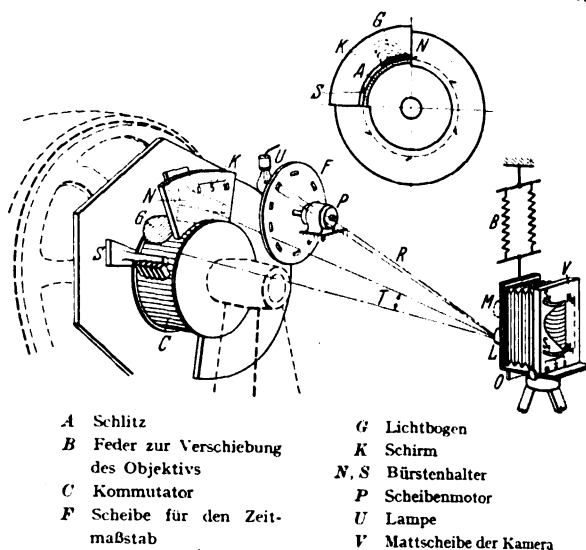


Abb. 2. Anordnung der Geräte zur Messung der Lichtbogengeschwindigkeit.

herigen Wert hinaus anwächst, wird die Geschwindigkeit des Lichtbogenkraters zu etwa 275 m/s geschätzt, das ist mehr als die 10fache Umfangsgeschwindigkeit des Kommutators. Die Aufnahmen zeigen, daß dem eigentlichen Lichtbogen eine Wolke ionisierter Luft, bis zum schwachen Leuchten erregt, mit höherer Geschwindigkeit vorausleitet. Das regelmäßige Abreißen und Zünden des Lichtbogens konnte durch schnell aufeinander-

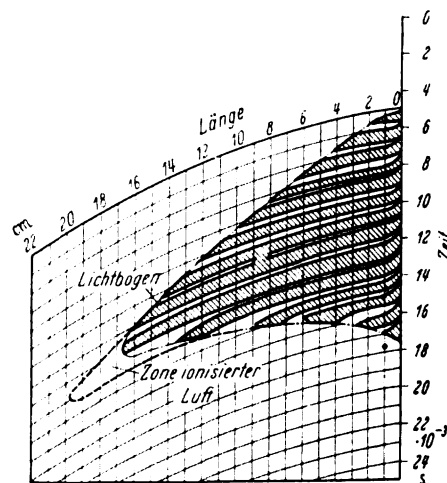


Abb. 3. Lichtbogenlänge in Funktion der Zeit, vergrößert nach der Aufnahme gezeichnet, im Kurzschluß bei 600 V.

folgende Aufnahmen mit mehreren Kameras bestätigt werden. Der Lichtbogen setzt an den ablaufenden Bürstenkanten ein, die bei dem hohen Kurzschlußstrom die größten Stromdichten aufweisen und hell aufglühen. Der Lichtbogen wird zunächst mechanisch mit Kommutatorumfangsgeschwindigkeit vorwärts bewegt; unter der Einwirkung elektromagnetischer Kräfte vergrößert sich die Stromschleife des Bogens, ihr Widerstand wächst somit, die Stromverteilung verschiebt sich vom Bogen auf die Bürste, der Bogen erlischt und unter der Bürste entsteht ein neuer. Der alte Bogen hat aber einen ionisierten Luftstrom hinterlassen, in dem sich der neue Bogen schnell bis über die Länge des alten hinaus ausbreitet. Dieser Vorgang wiederholt sich mehrmals, und immer wächst der neu entstehende Lichtbogen über die Länge des vorhandenen hinaus. Im Diagramm der Abb. 3 und 4 erstreckt sich der Bogen bis zu 16,5 cm, die Zone der ionisierten Luft bis zu 20 cm Länge, während der Abstand zweier aufeinanderfolgender Bürsten etwa 50 cm betrug.

Zusammenfassung: Die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichtbogens über den Kommutator ist nicht konstant,

sondern wächst mit der Kurzschlußstromstärke. Die mittlere Geschwindigkeit kann die der Kommutatoroberfläche erreichen. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit der ionisierten Luft ist noch größer. Der Lichtbogen erlischt und bildet sich neu in gleichen Zeitabständen, wobei seine Länge jedesmal größer wird. Die Geschwindigkeit des Lichtbogenkraters auf dem Kommutator beträgt deshalb ein mehrfaches der Kommutatorumfangsgeschwindigkeit. Schnellschalter sollen daher den Strom in kürzerer Zeit unterbrechen, als ein Segment zur Bewegung von einer bis zur folgenden Bürste braucht. Nach Meinung der Ver-

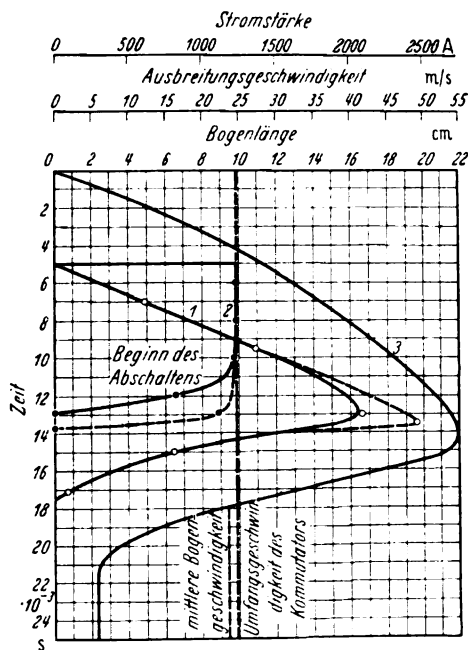


Abb. 4. Auswertung: Lichtbogenlänge (1), Ausbreitungsgeschwindigkeit (2) und Kurzschlußstrom (3) in Abhängigkeit von der Zeit.

fasser sind Schnellschalter allein nicht ausreichend, und ein genügender Schutz wird erst erreicht, wenn außerdem noch Isolationswände zwischen den einzelnen Bürstenachsen angeordnet sind, die die Ausbreitung des Lichtbogens längs der Kommutatorrundung verhindern, indem sie die ionisierten Luftteilchen radial nach außen befördern. (Das steht im Widerspruch zu den Erfahrungen in Deutschland, was allerdings an der längeren Ansprechzeit der von den Verfassern benutzten Schnellschalter zu liegen scheint. In den veröffentlichten Oszillogrammen erreicht nämlich der Kurzschlußstrom erst nach 14 bis 18 m/s seinen Scheitelwert. Die in Deutschland gebräuchlichen Schnellschalter dagegen weisen nur etwa die halben Zeiten auf, so daß sie auch ohne die erwähnten Trennwände, die Lüftung und Zugänglichkeit des Kommutators behindern, einen sicheren Schutz gegen Rundfeuer gewähren.) Ein merklicher Unterschied der Vorgänge an negativer und positiver Bürste ist von den Verfassern nicht festgestellt worden, ebenso konnte kein ausreichender Schutz durch die von Jacoby¹⁾ vorgeschlagenen Metallschirme beobachtet werden. [O. Bron u. V. Alexandrov, Rev. gén. Electr. 43 (1938) S. 337; 9 1/2 S., 11 Abb.] Zrm.

621. 313. 32. 013. 5 Blindwiderstände des Längs- und Quersfeldes und Stabilitätskurven der Synchronmaschine. — Eine einfache Überlegung zeigt, daß bei Volltrommelmaschinen die Blindwiderstände des Längs- und Quersfeldes einander gleich sein sollen. Bei Maschinen mit ausgeprägten Polen jedoch soll der Blindwiderstand des Längsfeldes größer sein als der des Quersfeldes. Die Stabilitätskurven zeigen die Abhängigkeit der abgegebenen oder zugeführten Wirkleistung vom Phasenwinkel zwischen Klemmenspannung und EMK der Maschine. Bei Volltrommelmaschinen ist die Stabilitätskurve praktisch sinusförmig. Die größte Leistung entspricht einem Phasenverschiebungswinkel zwischen Klemmenspannung und EMK von 90°, und neigt dazu, sich gegen ein wenig größere Winkel zu verschieben. Bei Maschinen mit ausgeprägten Polen aber entspricht die größte Leistung einem Phasenverschiebungswinkel, der stets kleiner als 90° ist. [Giovanni di Vito, Elettrotecnica 24 (1937) S. 739; 7 S., 9 Abb.] Sqz.

¹⁾ G. Jacoby, ETZ 48 (1927) S. 1439.

Geräte und Stromrichter.

621. 316. 9 : 621. 314. 652 Eine Sicherheitsschaltung für Gleichrichteranlagen mit gasgefüllten Röhren. — Bei den neuen Quecksilberdampf-Gleichrichterröhren läßt sich bekanntlich die Größe der gleichgerichteten Spannung durch Änderung der Vorspannung eines Steuergitters regeln. K. Posthumus nutzt diese Regelmöglichkeit zur gleichzeitigen Sicherung der Gleichrichteranlage gegen die Folgen von Fehlern im Verbraucherkreis oder im Gleichrichter selbst aus. Die Abschaltung der gleichgerichteten Spannung muß jedoch rasch erfolgen, und zwar innerhalb der Dauer einer Periode, also innerhalb 0,02 s. Damit erscheint die Verwendung trägheitslos arbeitender Steuereinrichtungen geboten. Eine weitestgehend trägheitslos arbeitende Sicherungsvorrichtung wird nun am besten durch den schädlichen Überstrom betätigt; grundsätzlich wird hierbei der Überstrom durch geeignete Schaltmaßnahmen die Gleichrichterröhren sperren. Das hat aber zur Folge, daß mit dem Einsatz der Sicherungsvorrichtung die Ursache zur Auslösung aufgehoben wird und folglich die Gitter erneut positiv werden können; der Abschaltvorgang würde sich so kippschwingungsartig so lange wiederholen, als der Fehler im Verbraucherkreis oder im Gleichrichter vorhanden wäre. Es ergibt sich so die weitere Forderung, daß die Sicherungsvorrichtung einen Umschlag herbeiführen muß, so daß die Gleichrichterröhren nach

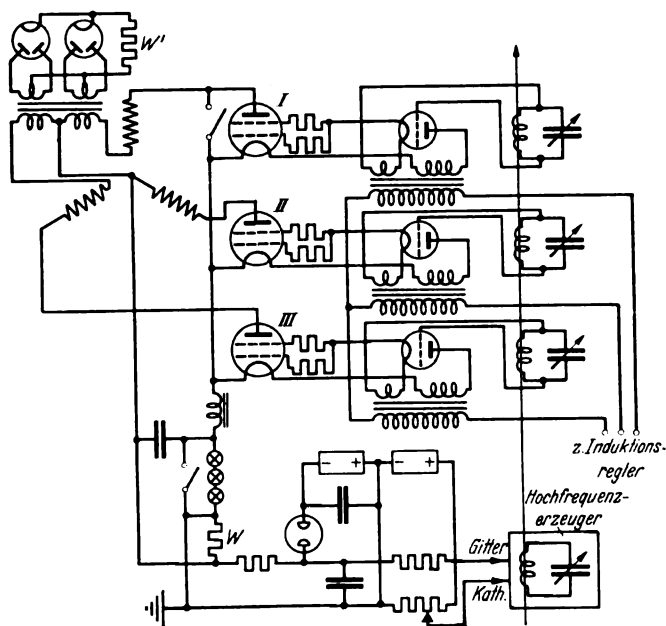


Abb. 5. Sicherheitsschaltung für einen Hochspannungsgleichrichter.

dem Einsatz des Überstromes sofort und anhaltend gesperrt werden. Die genannten Forderungen werden durch Verwendung eines Schwingungserzeugers, dessen hochfrequente Spannung über Elektronenröhren die Gitter der Gleichrichterröhren im gewünschten Sinn beeinflusst und der durch den Überstrom ein- und ausgeschaltet wird, erfüllt. Der nötige Umschlag kommt dabei auf Grund einer Art Oszillationshysterese¹⁾ zustande. Auf Grund dieser Erscheinung reißt bei einem bedämpften Schwingkreis die zuerst in einem Punkt A der Kennlinie zum Einsatz gekommene Schwingung bei in negativer Richtung zunehmender Gittervorspannung in einem anderen Punkt B ab, der A um so näher liegt, je mehr der Schwingkreis bedämpft ist. Grundsätzlich kann der Schwingungserzeuger im Schwingzustand und nichtschwingend verwendet werden. Im ersten Fall liegt die Gitterspannung im Ruhezustand der Sicherungsschaltung in unmittelbarer Nähe des Punktes B; wird durch den Überstrom die negative Gittervorspannung der Schwingröhre erhöht, so reißt die Schwingung ab und setzt infolge der Hysteresiserscheinung auch nicht mehr ein, wenn die Gittervorspannung wieder auf den Anfangswert sinkt. Im anderen Fall muß die Gittervorspannung bei Punkt A, und zwar noch innerhalb des Schwingbereichs, der nach dem Schwingungseinsatz vorhanden ist, liegen. Der Überstrom muß nun die Gittervorspannung erniedrigen, so daß der Arbeitspunkt A erreicht wird. Die Schwingung setzt hier ein und dauert, wieder infolge der Hysteresiserscheinung, noch an, wenn der alte Zustand sich wieder eingestellt hat. Der Aufbau einer Sicherheitsschaltung,

¹⁾ Siehe: Appleton und van der Pol, Phil. Mag. 43 (1922) S. 147.

bei der die Umschlagwirkung im zuerst genannten Sinn zur Auswirkung kommt, ist in Abb. 5 dargestellt. Die 10 kV-Anlage enthält in bekannter Anordnung drei Quecksilberdampf-Gleichrichterröhren, die nicht zünden, wenn über die Hilfselektroden (*I, II, III*) kein Zündstrom fließen kann; damit genügt zur Ausschaltung der ganzen Anlage die Unterbrechung des Zündstromes. Um das zu erreichen, wird die Zündspannung über Dreipolröhren an die Hilfselektroden gelegt. Die Gitterspannung dieser Röhren setzt sich zusammen aus einer Wechselspannung von Netzfrequenz, die am Transformator für die Zündspannung abgegriffen wird und in Gegenphase mit der Zündspannung ist, sowie einer Hochfrequenzspannung, die induktiv auf das Steuergitter übertragen wird. Die niederfrequente Spannung ist so gewählt, daß die Dreipolröhren gesperrt sind, wenn die hochfrequente Spannung nicht dafür sorgt, daß die Gitter abwechselnd positiv werden; zur Ausschaltung der Gleichrichterröhren genügt also die Unterdrückung der Hochfrequenzschwingungen. Dies geschieht in der aus dem Schaltbild ersichtlichen Weise: jeder Überstrom fließt über einen Widerstand W , über den gleichzeitig eine regelbare, negative Vorspannung an das Schwinggitter geführt wird; der Überstrom bewirkt so eine zusätzliche negative Vorspannung und damit eine Sperrung der Röhre. Der Widerstand W läßt sich nach der Formel $WI = U - 2S$ berechnen, wo I der Belastungsstrom im ungestörten Betriebszustand, U die Breite des Spannungsbereiches zwischen den Arbeitspunkten A und B der Schwingröhre und δ der Abstand des Arbeitspunktes der Schwingröhre vom Punkt A ist. Der Wert des kleinsten Überstromes i , bei dem die Anlage noch betriebssicher arbeitet, läßt sich aus der Formel $i = U_i/W$ bestimmen. Um zu verhindern, daß bei vollständigem Kurzschluß im Verbraucher, wo dann die ganze Hochspannung am Widerstand W liegen würde, die Schwingröhre zerstört wird, ist ein Überspannungsschutz angebracht, der bei etwa 600 V zündet. Damit ferner die Gittervorspannung der Schwingröhre nach der Zündung des Überspannungsschutzes nicht plötzlich so wenig negativ wird, daß die Schwingung einsetzt, liegt in Reihe mit dem Überspannungsschutz eine feste negative Spannung, die verhindert, daß die Schwingung einsetzt, wenn der Überspannungsschutz durchschlägt. Zum Schluß wird eine Maßnahme zur Verhütung von Schäden beim Rückschlag in einer Gleichrichterröhre beschrieben. In einem solchen Fall liegt am Gleichrichterausgang stets die volle Phasenspannung, während zwischen Anode und Kathode der anderen Gleichrichterröhren die verkettete Spannung auftritt. Um Störungen durch den dann auftretenden hohen Strom zu verhüten, sind in der ebenfalls in Abb. 5 dargestellten Weise mit den Wicklungen von zwei der Phasen des Krafttransformators die Primärwicklungen von Sicherungstransformatoren in Reihe geschaltet. Tritt in einer dieser Phasen ein Überstrom auf, so tritt in den Sekundärwicklungen eine Spannung auf, die gleichgerichtet wird; am Anodenwiderstand W bildet sich eine Gleichspannung aus, die dazu verwendet werden kann, den Schwingungserzeuger außer Betrieb zu setzen, womit dann die ganze Anlage abgeschaltet ist. [K. Posthumus, Philips Transmitting News 3 (1937) S. 1; 10 S., 5 Abb.] E. C. M.

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 2 : 32 015. 52 **Ein Polaritätsanzeiger für Wechselspannungsüberschläge.** — Der beschriebene Polaritätsanzeiger hat den Zweck, im Prüffeld bei Wechselspannungsüberschlägen die Polarität der Spannungshalbwelle festzustellen, in welcher der Überschlag erfolgt ist. Da dieser den Gesetzmäßigkeiten der Gasentladungen unterliegt und infolgedessen wesentlich durch die Form des elektrischen Feldes an den Elektroden beeinflusst wird, erfolgt bei Wechselspannung der Überschlag in derjenigen Halbwelle, in der die Elektrode mit der größten Feldstärke positiv ist. Wird an Anordnungen, bei denen nicht ohne weiteres erkenntlich ist, an welcher Elektrode die größte Feldstärke herrscht, bei Ausführung von Wechselspannungsüberschlägen die Polarität derjenigen Halbwelle festgestellt, in welcher der Überschlag erfolgt ist, dann erkennt man daraus, an welcher Elektrode die größere Feldstärke herrscht und zur Erhöhung der Überschlagspannung zuerst Abänderungen z. B. durch Verrundung getroffen werden müssen. Gleichzeitig kann man aus dieser Polaritätsangabe schließen, in welcher Polarität bei Stoßspannung die kleinere Mindest-Stoßüberschlagspannung zu erwarten ist.

Der Polaritätsanzeiger besteht aus zwei gittergesteuerten Stromtoren in Gegentaktschaltung. Die beiden Gitter sind gegenüber der Kathode negativ vorgespannt und liegen je an einem Ende der Sekundärwicklung eines Transformators, der primärseitig parallel zu einem Widerstand in der Erdleitung des Prüfobjektes liegt. Durch den ersten Stromstoß beim Überschlag

wird an einem Stromtor die negative Gittervorspannung aufgehoben und die Zündung bewirkt. Im Anodenkreis jedes Stromtores liegt ein Relais, das beim Ansprechen eine Glimmlampe einschaltet. Die beiden Glimmlampen sitzen hinter zwei Fenstern, von denen das eine mit einem Pluszeichen, das andere mit einem Minuszeichen versehen ist. Bei einem Überschlag leuchtet die zu dem gezündeten Stromtor gehörige Glimmlampe und zeigt plus oder minus an, wobei sich die Polaritätsangabe auf die unter Spannung stehende Elektrode des Prüfobjektes bezieht. Durch eine Löschaste kann nach Kenntnisnahme der Anzeige die Glimmlampe gelöscht und das Gerät in den Anfangszustand zurückgeschaltet werden. Um die Anzeige auch an mehreren Stellen oder in größerer Entfernung beobachten zu können, ist eine Fernanzeigevorrichtung mit Glimmlampen und Löschaste vorhanden. Die Löschung kann wahlweise am Hauptgerät oder an der Fernanzeigevorrichtung vorgenommen werden. Der mit dem Prüfobjekt in Reihe liegende Widerstand ist wassergeschützt ausgeführt. Weitere Einzelheiten der Schaltung, Kontrolloszillogramme und Anwendungsbeispiele werden beschrieben. [W. Weber, Siemens-Z. 18 (1938) S. 296; 4 S., 9 Abb.] eb.

537. 228. 1 : 531. 78 **Verwendung des Piezoquarzmeßverfahrens zur Kraftmessung bei den französischen Bahnen.** — Über das bereits 1934 erwähnte Kraftmeßverfahren mit Piezoquarzdosens werden nähere Angaben gemacht. Außer einigen technischen Erläuterungen über das Meßverfahren und über die dabei auftretenden Meßwerte im einzelnen werden die für die Brauchbarkeit der Meßgeräte zu erfüllenden Voraussetzungen besprochen und auf die Genauigkeit, Empfindlichkeit, Trägheitslosigkeit, Temperaturabhängigkeit und dgl. eingegangen. Diese Angaben bieten eine gute Unterlage zur Beurteilung der Brauchbarkeit und Verwendungsmöglichkeit dieses Verfahrens. Im Anschluß daran werden einige Beispiele der konstruktiven Durchbildung der benutzten Meßgeräte gezeigt. Gleichzeitig werden auch die zur Beobachtung und Aufzeichnung benötigten elektrischen Einrichtungen erläutert. Aus den im letzten Teil der Arbeit gegebenen Beispielen über bereits durchgeführte Kraftmessungen kann man die durch Fahrzeugbauart oder Gleis bedingten Kräfte ersehen. Durch verschiedene Anordnung der Lauf- und Kuppelachsen kann die Größe der Drücke wesentlich beeinflusst werden. Die Seitendrücke sind in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit und Überhöhung in Schaubildern angegeben. Außerdem wird der Einfluß des Oberbaus- und Fahrzeugunterhaltungszustands auf die Höhe der Drücke, weiter der unmittelbare Zusammenhang zwischen Fahrzeugbewegung und Gleislage und dgl. gezeigt.

Der Aufsatz gibt ein aufschlußreiches Bild, wie man durch Messung dem sehr schwierigen Problem der Kraftwirkungen zwischen Rad und Schiene und den damit zusammenhängenden Fragen etwas näherkommen kann. Aus der Arbeit geht hervor, daß auch das an sich umständliche erscheinende Piezoquarzmeßverfahren neben anderen Verfahren nutzbringend für rauen Versuchsbetrieb verwendet werden kann. [Rev. gen. Chem.-de-Fer 57 (1938) S. 3; 22 S., 26 Abb.] W. Hm.

Lichttechnik.

621. 326. 654 **Über das Problem der Leuchtkörperzusammendrängung in gasgefüllten Glühlampen.** — Nach einem kurzen Überblick über die Versuche und Überlegungen, die seinerzeit zur Einführung der gasgefüllten Glühlampe mit Wendelleuchtörper geführt haben, werden die Leistungen der bisher verwendeten Einfachwendellampen einer näheren Betrachtung unterzogen. Der Lichtausbeutegewinn, der durch die Einführung von Gasfüllungslampen vor 23 Jahren erzielt wurde, war nicht bei allen Typen gleichmäßig. Da die Konvektionsverluste durch das Füllgas mit abnehmendem Drahtdurchmesser anwachsen, hatte man bei Lampen unter 100 W nur einen verhältnismäßig geringen Gewinn erzielt. Das Ziel der neueren Entwicklung ging dahin, durch eine weitere Zusammendrängung des Leuchtkörpers auch bei diesen Lampen eine höhere Wirtschaftlichkeit zu erreichen. Die bereits vor langer Zeit durchgeführten Versuche, die Wendellänge dadurch zu verkürzen, daß man den Leuchtdraht auf einen größeren Kern wickelte, hatten zu keinem praktischen Erfolg geführt, da derartige Wendeln keine ausreichende Formbeständigkeit hatten. Die in langjähriger Versuchsarbeit gewonnenen Erkenntnisse, die zur Schaffung formbeständiger Leuchtkörper auch bei dünnen Drähten führten, werden kurz dargestellt und erläutert. Nach dem Erscheinen der formbeständigen Drähte wurde auf drei verschiedenen Wegen (Groß-

1) Rev. gen. Chem.-de-Fer 53 (1934) S. 74.

kernwendel, Flachkernwendel erster und zweiter Art) eine weitere Zusammendrängung des Leuchtkörpers versucht. Bei gleicher Leuchtkörpertemperatur war die Lichtausbeute bei allen drei Wendelformen praktisch gleich. Die erzielten Verbesserungen der Lichtausbeute gegenüber Einfachwendellampen stehen zwar qualitativ, jedoch quantitativ nicht ganz in Übereinstimmung mit den von Langmuir gefundenen Gesetzen. Die Doppelwendellampe erwies sich den beiden anderen Leuchtkörperformen durch ihre bessere mechanische Stabilität und durch eine längere Lebensdauer bei gleicher Lichtausbeute als überlegen. Eine weitere Zusammendrängung, die sich durch Anwendung einer Tertiärwendel erzielen läßt, bringt in ökonomischer Hinsicht nur noch geringe Vorteile, die nur durch Nachteile anderer Art erkauft werden können. Daher ist anzunehmen, daß die Doppelwendellampe vorläufig die Einheitsleuchtkörperform für die der Allgemeinbeleuchtung dienenden gasgefüllten Glühlampen bleiben wird. Durch Verwendung von Kryptonfüllgas an Stelle von Argon läßt sich eine weitere Verbesserung der Wirtschaftlichkeit von Doppelwendellampen erzielen. Glühlampen 220 V/40 W mit Kryptonfüllung sind bereits im Handel. Der allgemeinen Verwendung von Krypton steht jedoch die schwierige und kostspielige Beschaffung ausreichender Mengen Kryptions im Wege. [K. Moers, Licht 8 (1938) S. 17 u. 43; 7 S., 6 Abb.] M. W.

Fernmeldetechnik.

550. 372 : 621. 396. 8 **Der Reflexionskoeffizient der Erdoberfläche für Funkwellen.** — Bei der Berechnung von Antennenkennlinien, für die Bestimmung der Bodenkonstanten aus Feldstärkemessungen u. a. ist die Kenntnis der aus der Optik bekannten Fresnelschen Reflexionskoeffizienten für vertikal und horizontal polarisierte Strahlung erforderlich. Da anders als in der Optik der Brechungsindex $n^2 = \epsilon$ hier komplex ist, wird die Auswertung der Formeln recht mühsam, so daß in letzter Zeit die Forderung nach einer ein für allemal durchzuführenden Auswertung mit übersichtlicher Darstellung der Ergebnisse immer dringender wurde. Der Verfasser hat für Einfallswinkel von 0° , 20° , 40° , 50° , 60° , 70° und 80° sowohl für vertikal als auch für horizontal polarisierte Strahlung die rechtwinkligen Komponenten des Reflexionskoeffizienten berechnet und durch Kurvenscharen für konstantes ϵ bzw. konstantes σ/f (σ = Leitfähigkeit, f = Frequenz) dargestellt. Damit kann jetzt durch zweimalige Interpolation für jeden Einfallswinkel, beliebigen Polarisationszustand der Strahlung und beliebige elektrische Eigenschaften des Bodens der Reflexionskoeffizient, oder umgekehrt, wenn dieser bekannt ist, die Bodenkonstante ermittelt werden. [J. S. McPetrie, J. Instn. electr. Engrs. 82 (1938) S. 214; 5 S., 5 Abb.] Gkf.

Theoretische Elektrotechnik.

537. 228. 1 : 621. 396. 21. 029. 62 **Piezoquarze für ultrakurze Wellen.** — Nach der von H. Straubel vertretenen Anschauung liegt die höchste Frequenz, in der sich eine Quarzplatte in der Grundschwingung eben noch erregen läßt, bei etwa $5 \cdot 10^7$ Hz; dabei führt die senkrecht zur x-Achse orientierte Platte, die nur noch eine Stärke von 0,054 mm hat und infolgedessen sehr leicht zerbrechlich ist, Dickschwingungen aus. H. Straubel betont daneben aber ganz allgemein, daß die unmittelbare Steuerung von Wellen unter 10 m mit Quarzkristallen Schwierigkeiten bereitet, da hier die Kristalle in der üblichen Schaltung nur noch schwer zum Schwingen zu bringen sind; in diesem Frequenzbereich ist Turmalinplatten, die wegen ihres höheren Elastizitätsmoduls in Richtung der Piezoachse für dieselbe Eigenfrequenz etwa 35% dicker als die entsprechenden Quarzplatten ausfallen können, der Vorzug zu geben. Gegen diese Behauptung tritt I. Koga auf, nachdem es ihm gemäß seinen Mitteilungen gelungen ist, Steuerquarze mit einer Grundwelle von 9,6 m, 9,5 m, 8,4 m, 7,4 m und 6,8 m herzustellen, die ganz leicht anschwingen und in der üblichen Schaltung, also unmittelbar zwischen Gitter und Kathode, mit ausgezeichneter Betriebssicherheit arbeiten. Die Form der Quarzplatten war nahezu quadratisch, der Flächeninhalt schwankte zwischen 1,5 und 3 cm², wobei jedoch ein wesentlicher Einfluß der Plattenform auf die Schwingneigung des Quarzes in einschlägigen Messungen nicht festgestellt werden konnte. Es wird noch betont, daß als Elektrodenstoff einfach Messing verwendet wurde. Die Tatsache, daß es I. Koga gelungen ist, Steuerquarze mit den bezeichneten Grundwellen und der angegebenen hervorragenden Schwingneigung herzustellen, muß in erster Linie als eine technische Leistung gewertet werden. Darüber hinaus aber auf die Gleichwertigkeit von Quarz und Turmalin im Wellenbereich

unter 10 m schließen zu wollen, erscheint doch als eine unzulässige Verallgemeinerung, zu der zeitweilige Erfolge nicht berechnen dürften. Tatsache ist doch, daß die Überlegenheit des Turmalins über den Quarz durch naturgebundene Festwerte zum Ausdruck kommt, die im Wellenkoeffizienten zusammengefaßt sind, der für Turmalin einen weitaus günstigeren Wert hat als für Quarz. [I. Koga, Electrotechn. J., Tokio 2 (1938) S. 21; 1 S., 3 Abb.] E. C. M.

Werkstatt und Baustoffe.

621. 316. 84 **Über den Widerstandswerkstoff Isabellin.**

— Isabellin ist eine aluminiumhaltige Mangan-Kupfer-Legierung, die für technische Widerstände — z. B. Anlasser — verwendet wird. Dieser Werkstoff besitzt die günstigen Eigenschaften der Kupfer-Mangan-Legierungen und hat zugleich den Vorteil, nickelfrei zu sein, so daß er ohne weiteres als Ersatz für das nickelhaltige Konstantan dienen kann. Der spezifische Widerstand des Isabellins beträgt bei Raumtemperatur $0,50 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$. Die Widerstandstemperaturkurve verläuft ähnlich der des Manganins, nur liegt ihr Maximum unterhalb der Raumtemperatur, so daß der Temperaturkoeffizient des elektrischen Widerstandes in der Umgebung der Raumtemperatur negativ ist und etwa 2 bis 4 Hunderttausendstel beträgt.

In einer ausführlichen Arbeit sind nun vor allem die elektrischen Eigenschaften dieses Widerstandswerkstoffes untersucht worden. Zunächst wurde die Widerstandstemperaturkurve von Isabellin, das zuvor bei etwa 500° getempert war, in dem Temperaturbereich von -200 bis $+300^\circ \text{C}$ bestimmt. Sie hat bei etwa 5° ein Maximum, fällt nach tiefen Temperaturen hin steiler ab als nach den hohen Temperaturen; bei etwa 150°C liegt ein Wendepunkt, so daß ein S-förmiger Verlauf vorhanden ist, der dem des Manganins sehr ähnlich ist. Der Verlauf ist nun in hohem Maße von der thermischen Vorbehandlung abhängig. Zunächst wurde die Widerstandstemperaturkurve (Kurve a) in der Umgebung der Raumtemperatur für einen Isabellindraht im Ausgangszustand, d. h. im Zustand der Kaltverformung, bestimmt. Dann wurden die entsprechenden Kurven bestimmt, nachdem das Isabellin etwa 1 h in neutraler

Atmosphäre bei 200° , 350° , 500° und 600°C gealtert war. Als Beispiel ist in der Abb. 6 das Verhalten eines 0,4 mm starken Isabellindrahtes dargestellt. Man ersieht daraus, daß sich mit steigender Alterungstemperatur die Widerstandskurven erheblich verflachen und somit die Widerstandstemperaturkoeffizienten bedeutend abnehmen. Gleichzeitig verschiebt sich auch die Lage des Maximums der Widerstandskurven zu höheren Temperaturen. Will man also einen Widerstandswerkstoff mit

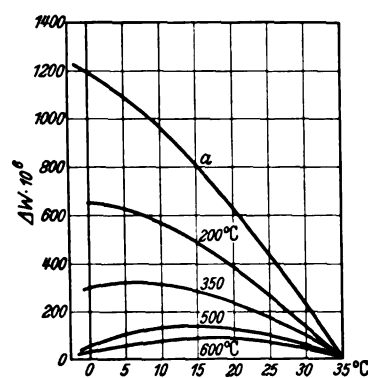


Abb. 6. Abhängigkeit der Widerstandstemperaturkurven des Isabellins von der Alterungstemperatur.

einem möglichst kleinen Widerstandstemperaturkoeffizienten bekommen, so ist es hiernach am günstigsten, bei 500° bis 550°C zu altern.

Die Versuche zeigen also deutlich, daß es auf verhältnismäßig einfache Weise möglich ist, für das Isabellin Widerstandstemperaturkoeffizienten zu erhalten, die nur wenige Milliontel betragen, daß man also Isabellin ohne weiteres für Präzisionswiderstände verwenden kann.

Das thermoelektrische Verhalten eines Widerstandswerkstoffes ist besonders bei seiner Verwendung für Präzisionswiderstände von einer gewissen Bedeutung, da in solchem Falle seine Thermokraft gegen Kupfer klein sein soll. Isabellin verhält sich in dieser Beziehung sogar noch günstiger als Manganin. Es ist thermoelektrisch negativ gegen Kupfer, d. h. an der heißen Lötstelle fließt der Strom vom Kupfer zum Isabellin. In erster Linie wurde die Abhängigkeit der Thermokraft von der Alterungstemperatur untersucht. Der hier gefundene Gesamtkurvenverlauf ähnelt sehr dem beim Manganin. In allen Fällen ist die Thermokraft des Isabellins gegen Kupfer kleiner als $1 \mu\text{V}/^\circ \text{C}$. Das thermoelektrische Verhalten des Isabellins gegen Kupfer in den höheren Temperaturen ergibt eine Kurve, die bei 130° ein Maximum hat.

Auch die Zerreißfestigkeit und die Dehnung wurden in Abhängigkeit von der Alterungstemperatur bestimmt. Hiernach beträgt im Mittel die Zerreißfestigkeit etwa 50 kg/mm^2 bei einer Dehnung von ungefähr 20%.

Die thermische Ausdehnung wurde in dem Temperaturbereich von 20 bis 500°C gemessen. Sie unterscheidet sich in ihrer Größe nur wenig von der des Manganins und ist auch in ihrer Abhängigkeit von der Temperatur der des Manganins sehr ähnlich, so daß sich hier ein Bild ergibt, wie es bei normalem metallischem Verhalten üblich ist.

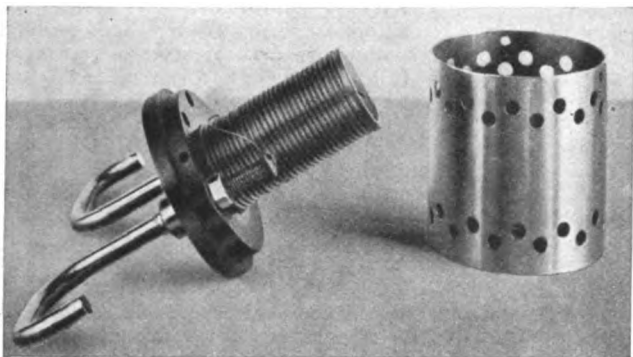


Abb. 7. Ein 10Ω -Isabellin-Widerstand.

Da die elektrischen Untersuchungen an Isabellin seine Eignung für Normalwiderstände ergaben, wurden einige Widerstände hergestellt, bei denen — ebenso wie bei den neuen Manganinwiderstanden¹⁾ — der Widerstandsdraht bifilar auf ein mit einem Gewinde versehenes Porzellanrohr gewickelt war (Abb. 7). Die erste kurze Beobachtungszeit läßt bereits erkennen, daß im Anfang keine größeren Änderungen der Widerstandswerte mehr auftreten, und daß vielmehr im allgemeinen nach kurzer Zeit eine gewisse zeitliche Konstanz festzustellen ist. Da sich die Widerstände schon im Anfang so günstig verhalten, ist zu erwarten, daß größere Änderungen der Widerstandswerte nicht mehr auftreten. [A. Schulze, Phys. Z. 39 (1938) S. 401; 7 S., 8 Abb.] *eb.*

Verschiedenes.

621. 317. 2 (62) Das neue elektrotechnische Institut der Königlich Technischen Hochschule in Giza bei Kairo. — F. J. Rutgers hat auf Grund seiner reichen Er-

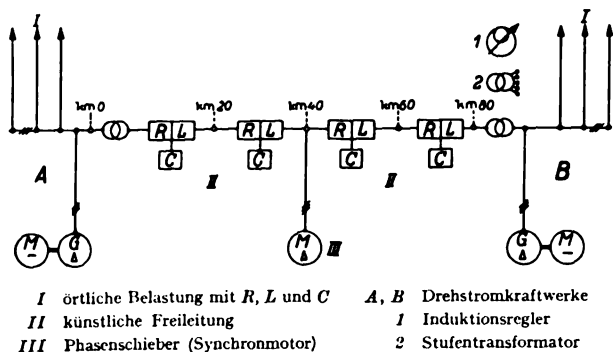


Abb. 8. Grundsätzliche Schaltung des Kraftwerkbetriebs-Laboratoriums. Zwei Drehstromelektrizitatswerke, jedes Werk mit örtlicher Energieverteilung (für konstante Spannung); beide Werke verbunden durch eine künstliche Fernleitung mit R, L und C , dazu Phasenschieber; Kupplungstransformator mit Anzapfungen und Induktionsregler.

fahrungen, die er in funfundzwanzigjahriger Tätigkeit in der Industrie und zehnjähriger Lehrtätigkeit an der Techn. Hochschule Giza bei Kairo gesammelt hat, die ihm kurz nach seinem Amtsantritt in Giza gestellte Aufgabe, ein neues elektrotechnisches Institut zu errichten, zu Ende geführt und berichtet darüber. Die Forderungen, die an das Institut und seine Laboratorien gestellt werden mußten, ergaben sich aus der damals in Ägypten einsetzenden Elektrisierung. Im Vordergrund stand die Ausbildung praktisch und theoretisch gut

geschulter Betriebsingenieure für die neu errichteten oder noch zu errichtenden berlandwerke. Selbstverständlich wurde dabei nichts vernachlässigt, was der etwa in die Industrie gehende junge Ingenieur an Rüstzeug benötigt. Die im Orient besonders gelagerten Verhältnisse haben den Ausbau wesentlich beeinflusst; vor allem galt es, der dem Orientalen angeborenen Neigung, das Unterrichtsprogramm zum Nachteil der Grundlagen mit höheren theoretischen Vorlesungen zu ubeladen, entgegenzuarbeiten.

Bei dem Aufbau nahm J. F. Rutgers durch Heranziehung möglichst vieler Firmen darauf Bedacht, dem jungen Ägypten einen ublick über die elektrotechnische Industrie Europas zu geben; da Ägypten über eine nennenswerte eigene Industrie nicht verfügt, ist es auf den Import angewiesen, und so erfüllen auch in dieser Hinsicht die Laboratorien eine wichtige Aufgabe. Interessant ist die Schaltung des Kraftwerk-Laboratoriums, Abb. 8, die die eingangs vermerkte Aufgabenstellung besonders eindringlich zeigt.

Für ein besonderes Forschungslaboratorium sind Räume vorgesehen, ebenso erweckt eine Anlage auf dem Dach besonderes Interesse. Die starke Sonneneinstrahlung in Ägypten bewirkt z. B., daß ein den Sonnenstrahlen unmittelbar ausgesetzter unbelasteter Freilufttransformator eine oltemperatur von über 70°C bei einer Lufttemperatur von nur 46°C erhält, so daß für die Belastungswarme nur ein geringes Spiel verbleibt. Besondere Maßnahmen, wie Schattendacher, können in dem Freiluftlaboratorium auf ihre Wirkung untersucht werden.

Der Verfasser kann sich rühmen, auf Grund seiner Erfahrungen dem ägyptischen Staat ein Institut erstellt zu haben, das den besonderen Anforderungen durchaus entspricht. [F. J. Rutgers, Bull. Schweiz. elektrotechn. Ver. 29 (1938) S. 52; $7\frac{1}{2}$ S., 20 Abb.] *H. M.*

AUS LETZTER ZEIT.

Jubiläum der ältesten Kurzschluß-Versuchsanlage. — In den Jahren unmittelbar vor dem Kriege stand, wie ein Blick in die betreffenden Jahrgänge der ETZ lehrt, die Entwicklung betriebssicherer Hochspannungsgeräte, besonders der olsschalter, im Mittelpunkt der Erortierungen. Brauchbare

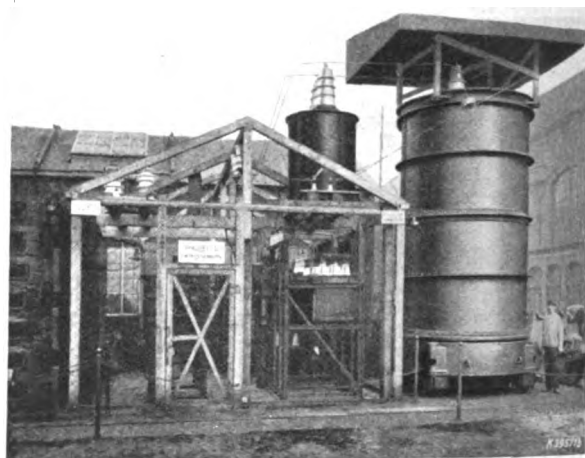


Abb. 9. 80 kV-Transformator des ersten Hochspannungs-Versuchsfeldes.

Grundlagen für die Beurteilung und Weiterentwicklung waren aber damals wie heute nur von Versuchen unter wenigstens betriebsahnlichen Verhältnissen zu erwarten. Daher richtete die AEG 1913, vor 25 Jahren, ein Kurzschluß-Versuchsfeld für Hochspannung ein, das in der Welt die erste derartige Anlage war. In diesem Prüffeld stand zunächst ein Generator für 7,5 kV mit 150 000 kVA Kurzschlußleistung zur Verfügung; wenig später wurde noch ein Umspanner aufgestellt (Abb. 9), mit dem man Prüfungen bis zu 80 kV anstellen konnte. Dieses erste Versuchsfeld hat weitgehende Erkenntnisse über die Vorgänge im olsschalter vermittelt, die sich in einer raschen Steigerung der Abschaltleistung auswirkten und die außerdem den hohen Wert der technischen Forschung und die Zweckmäßigkeit großer Geldaufwendungen hierfür schlagend bewiesen.

Auszeichnung. — Die Gas- und Elektrizitätswerke Emden G. m. b. H., die sich am Leistungskampf der deutschen Betriebe 1938 beteiligt hatten, wurden durch ein Gaudiplom ausgezeichnet.

¹⁾ A. Schulze, Phys. Z. 39 (1938) S. 300; ETZ 59 (1938) S. 401.

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus
Fernsprecher: 30 06 31. — Postscheckkonto: Berlin 21312.
Postscheckkonto für Mitgliedsbeiträge: Berlin 1810 00.

Technische Nothilfe.

Die Technische Nothilfe hat nicht nur in der Vergangenheit wertvolle Dienste zum Wohle der Allgemeinheit geleistet, auch heute noch sind ihr große Aufgaben übertragen. Wenn uns daher das Reichsamt Technische Nothilfe bittet, ihren Aufruf zur Mitarbeit aller Elektrotechniker unseren Mitgliedern bekanntzugeben, so kommen wir diesem Wunsche nicht nur gern entgegen, sondern wir weisen darüber hinaus nochmals besonders auf die Notwendigkeit der Unterstützung und des Beitritts zur Technischen Nothilfe hin.

Aufruf an die Elektrotechniker zur Mitarbeit.

Als staatliches Machtmittel sind der TN wichtige Aufgaben gestellt. Nach dem Erlaß des Reichsführers **Hitler** und Chefs der Deutschen Polizei vom 18. 6. 1937 bestehen sie in der Leistung technischer Hilfe für die Sicherstellung staats- und lebenswichtiger Einrichtungen, im Luftschutz und bei Katastrophen.

Das Wesen der TN als ständiges Hilfsorgan der Polizei, ebenso ihre Notwendigkeit sind damit begründet. Wenn auch die Zeiten des Kampfes aller gegen alle und der Arbeitskämpfe ein für allemal durch die vom Führer geschaffene Volksgemeinschaft beseitigt sind und aus solchen Anlässen mit Betriebsstörungen nicht mehr gerechnet zu werden braucht, bleibt doch die Notwendigkeit der Vorsorge für die lebenswichtigen Betriebe infolge ihrer Schlüsselstellung und ihrer stärkeren Gefährdung gegenüber minder wichtigen Betrieben. Es braucht nur auf die möglichen Auswirkungen elementarer Ereignisse hingewiesen zu werden, die oft genug zu Beschädigungen von Strom-, Wasser- und Gasleitungen und zur Unterbrechung der Versorgung der Bevölkerung und der Wirtschaft mit diesen lebenswichtigen Bedarfsgütern führen, aber noch mehr auf die Folgen feindlicher Einwirkungen im Falle eines Krieges.

Für die Mitarbeit der Elektrotechniker ist weitester Spielraum gegeben, und zwar besonders im Technischen Dienst der TN, der zur Sicherstellung lebens- und staatswichtiger Einrichtungen bestimmt ist. Da es sich bei Katastrophen oder in Notzeiten um Beschädigungen von Rohr- und Leitungsanlagen der Gas-, Wasser- und Elektrizitätsversorgung oder gar um die Sicherstellung der Arbeitsmöglichkeit der Versorgungsbetriebe selbst handelt, so ist beim notwendig werdenden Zurückgreifen auf die TN für den Erfolg des Einsatzes entscheidend, daß ausgebildete Fachkräfte zur Verfügung stehen. Die Mitarbeit der Elektrotechniker ist deshalb sehr erwünscht. In vielseitiger Weise ist ihre Verwendung möglich, so z. B. zur raschen und sachgemäßen Beseitigung von Schäden an Leitungen und in den Betrieben. Da die Betriebe selbst nicht über eine genügend große Zahl von Fachkräften verfügen, um die Störungstrupps verstärken zu können, hat die TN die Aufgabe, Ergänzungskräfte aufzustellen und bereitzuhalten.

Auch im Rahmen des Instandsetzungsdienstes des behördlichen Luftschutzes oder der Bekämpfung von Katastrophen können Elektrotechniker wertvolle Dienste leisten, z. B. im Instandsetzungsdienst beim Einsatz von benzin-elektrischen Stromerzeugern für Beleuchtungszwecke oder von hochwertigen technischen Arbeitsmaschinen, wie elektrische Bohrmaschinen, Handkreissägen, Elektrohämmern, Luftverdichtern und Saugpumpen. Bedienung, Wartung und Instandsetzung dieser Maschinen sind Aufgaben für den Elektrotechniker. Weiter besteht die Möglichkeit der Eingliederung in die Fachtrupps Elektrizität des Zivilen Luftschutzes, denen die Instandsetzung von beschädigten Versorgungsleitungen innerhalb des Stadtgebietes nach einem Luftangriff zufallen.

Was vom Nothelfer verlangt wird, kann er leicht außerberuflich leisten. — Noch besteht die Möglichkeit, technische Kräfte ihrem Können entsprechend im Rahmen der TN zu verwenden. An alle noch freien, d. h. nicht anderweitig bereits festgelegten Elektrotechniker ergeht daher die Aufforderung zur Mitarbeit in der TN.

An unsere Mitglieder!

Die Mitgliedsbeiträge für das 2. Halbjahr 1938 werden fällig und sind bis

10. Juli 1938

auf das Postscheckkonto des VDE, Mitgliederabteilung

Berlin Nr. 1810 00

rechtzeitig zu überweisen.

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Der Geschäftsführer:

Blendermann

Bekanntmachung.

Ausschuß für Installationsmaterial.

Die auf die Veröffentlichung des Entwurfes von VDE 0608 „Leitsätze für Klemmen zum Anschluß von eindräftigen Aluminiumleitern mit Querschnitten bis 16 mm²“

in ETZ 59 (1938) S. 156 eingegangenen Einsprüche sind ordnungsgemäß bearbeitet worden. Der nachstehend veröffentlichte endgültige Wortlaut der Leitsätze wurde im Mai 1938 vom Vorsitzenden des VDE genehmigt und mit dem auf die Veröffentlichung folgenden Tage in Kraft gesetzt.

Verband Deutscher Elektrotechniker

Der Geschäftsführer:

Blendermann

Ausschuß für Installationsmaterial.

VDE 0608/V. 38.

Leitsätze für Klemmen zum Anschluß von eindräftigen Aluminiumleitern mit Querschnitten bis 16 mm².

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.

- § 1. Geltungsbeginn.
- § 2. Geltungsbereich.

II. Bau.

- § 3.

III. Prüfung.

- § 4. Prüfanordnung.
- § 5. Ausführung der Prüfung.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

Diese Leitsätze treten am 1. Juli 1938 in Kraft¹⁾.

§ 2.

Geltungsbereich.

Diese Leitsätze gelten für Klemmen aus Kupfer oder Kupferlegierungen zum Anschluß von eindräftigen Aluminiumleitern mit Querschnitten bis 16 mm².

II. Bau.

§ 3.2)

a) Leitungsanschlußschrauben müssen aus Kupfer, Kupferlegierungen oder Stahl bestehen.

¹⁾ Genehmigt durch den Vorsitzenden des VDE im Mai 1938. Veröffentlicht: ETZ 59 (1938) S. 156 u. 703.

²⁾ Es ist beabsichtigt, § 3 durch folgende Bestimmung zu ergänzen:
„d) Die Klemme muß so beschaffen sein, daß bei Anwendung der in § 4e) angegebenen Drehmomente der Durchmesser des einzelnen Leiters nicht mehr als um 1/2 seines Durchmessers in Richtung des Klemmdruckes zusammengedrückt wird.“

b) Bei Lockerung der Schraube bis zur Einführungsmöglichkeit der Leitungen des größten Querschnittes, für die die Klemme bestimmt ist, dürfen keine Teile verloren gehen können. Die Schraube selbst braucht nicht unverlierbar zu sein.

c) Scharfe Spitzen, Kanten, Grate u. dgl. müssen an der Klemmstelle vermieden werden.

III. Prüfung.

§ 4.

Prüfanordnung.

a) Bei Klemmen, die zum Anschluß nur eines Leiterquerschnittes bestimmt sind, werden 10 Klemmen geprüft; bei Klemmen, die für einen Klemmbereich bestimmt sind, sind je 10 Klemmen mit dem kleinsten bzw. größten Leiterquerschnitt zu untersuchen. Die Klemmen sollen sich auf dem für ihren späteren Verwendungszweck vorgesehenen Sockel befinden (Schaltersockel, Abzweigringe usw.). Die Sockel sind auf einer gemeinsamen Unterlage starr zu befestigen.

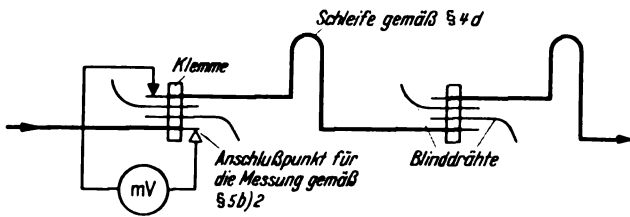


Abb. 1.

b) Die Klemmen sind unter Verwendung von Aluminiumleitern in Reihe zu schalten. In die Klemmen ist die ihrer Bestimmung entsprechende Anzahl Leiter einzulegen, jedoch wird für die Zu- und Ableitung des Stromes nur je ein Leiter benutzt (siehe Abb. 1).

e) Die Leitungsanschlußschrauben sind mit Drehmomenten gemäß Tafel I anzuziehen. Für Mantelklemmen ist hierbei das Drehmoment gemäß Tafel I von denjenigen Kopfschrauben zu wählen, deren Kopfdurchmesser dem Durchmesser der Mantelklemmen, gemessen an der Angriffsstelle des Schraubenziehers, am nächsten kommt.

§ 5.

Ausführung der Prüfung.

a) Die Klemmen sind in einem Wärmeschrank 25-mal je 30 min lang einer Temperatur von $120 \pm 5^\circ$ auszusetzen und jedesmal auf Raumtemperatur (15 bis 30°) abzukühlen. Anblasen mit Luft von Raumtemperatur ist zur Herbeiführung schnellerer Abkühlung zulässig.

b) Vor der ersten Erwärmung und nach jeder 5. Abkühlung wird der Spannungsabfall jeder Klemme bei Nennstrom (Gleichstrom) gemessen. Die Meßpunkte sind so zu legen, daß ein zusätzlicher Spannungsabfall im stromführenden Leiterstück innerhalb der Klemme und im stromführenden Teil der Klemme selbst nicht mitgemessen wird (vgl. Abb. 1).

Die Messung ist also vorzunehmen:

1. Bei Klemmen mit einem angeschlossenen Leiter: zwischen dem Leiter und der Klemme selbst; Meßpunkte an dem über die Klemme hinausragenden stromlosen Ende des Leiters und einer nicht stromdurchflossenen Stelle der Klemme.
2. Bei Klemmen mit mehreren angeschlossenen Leitern: zwischen den Leitern; Meßpunkte an den über die Klemme hinausragenden stromlosen Enden der Leiter.

Ist das stromlose Ende des Leiters nicht zugänglich, dann ist der Meßpunkt am Leiter möglichst nahe an der Kontaktstelle zu wählen.

c) Bei allen Leiterquerschnitten darf der Spannungsabfall bei der höchstzulässigen Dauerstromstärke 7 mV nicht über-

Tafel II.

1			2			3			4			5			6		
Klemmen für Geräte mit Angabe des Nennstromes									Klemmen für Geräte mit Angabe des anzuschließenden Leiterquerschnittes								
Nennstrom des Gerätes			Querschnitt des anzuschließenden Aluminiumleiters			höchstzulässiger Spannungsabfall bei Nennstrom des Gerätes			Querschnitt der anzuschließenden Leiter			höchstzulässiger Dauerstrom der Leitung			höchstzulässiger Spannungsabfall		
A			mm²						mm²			A			mV		
6			2,5			2,5			—			—			—		
10			2,5			4,1			2,5			17			7		
15			4			4,8			4			22			7		
20			6			5,0			6			28			7		
25			10			4,6			10			38			7		
35			16			4,6			16			53			7		

Für die Beschaffenheit der anzuschließenden Aluminiumleiter gilt VDE 0250 U/VI. 37, § 2. Die Enden der Leiter sind vorher abzuschaben und sofort mit neutralem Vaseline zu fetten.

c) Falls auf einem Sockel zwischen den Klemmen solche Teile liegen, die den Wärmebeanspruchungen nach § 5a) nicht unverändert standhalten (Kontaktfedern, Schaltwalzenbelag), sind diese Teile zu überbrücken und, falls erforderlich, zu entfernen.

d) Die Verbindungsleitungen zwischen den einzelnen Klemmen sollen schleifenförmig angeordnet werden (siehe Abb. 1), um zu verhindern, daß durch Wärmedehnung der angeschlossenen Verbindungsleitungen Lageveränderungen in den Klemmen eintreten können, die das Prüfergebnis beeinflussen. Aus dem gleichen Grunde sind mechanische Beanspruchungen zu vermeiden.

Tafel I.

1	2	3	4
Madenschrauben		Kopfschrauben (Mantelklemmen)	
Gewinde- durchmesser mm	Drehmoment cmkg	Kopfdurch- messer mm	Drehmoment cmkg
2,6	2	5	4
3	2,5	6	5
3,5	4	7	8
4	7	8	12
5	8	10	20
6	10	12	25

steigen. Daraus ergeben sich Zuordnungen nach Tafel II (siehe auch VDE 0250 U/VI. 37, § 23, Tafel IX b).

d) Der bei der Endmessung festgestellte Wert darf den in Tafel II angegebenen zugeordneten höchstzulässigen Spannungsabfall nicht übersteigen. Bei dieser Prüfung darf nur eine der Klemmen versagen.

e) Liegt der Wert des Spannungsabfalls nach der 25. Abkühlung um 50%, oder mehr über dem nach der 10. Abkühlung gemessenen Wert, so sind weitere 25 Erwärmungen durchzuführen. Der Endwert des Spannungsabfalls darf dann nicht über den in Tafel II angegebenen Werten liegen. Bei dieser Prüfung darf gleichfalls nur eine der Klemmen versagen.

f) Bei Klemmen mit mehreren angeschlossenen Leitern, bei denen der Klemmkörper nicht zur Stromleitung bestimmt ist, ergibt sich der zulässige Gesamt-Spannungsabfall aus dem Produkt aus der Zahl der in Reihe liegenden Kontaktstellen und dem gemäß Tafel II höchstzulässigen Spannungsabfall, wobei etwa parallel geschaltete Stromwege nicht mitgerechnet werden (siehe Abb. 2).

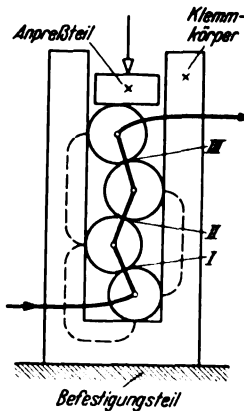


Abb. 2.

Bekanntmachung.**Ausschuß für Errichtungsvorschriften I.**

In ETZ 58 (1937) H. 49, S. 1329 war der Entwurf zu einer Änderung an § 15 von

VDE 0100/1936 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, V. E. S. I.“

veröffentlicht. Die hierauf eingegangenen Einsprüche sind ordnungsgemäß behandelt worden. Der nachstehend veröffentlichte endgültige Wortlaut der neuen Vorschrift (§ 15₁) wurde im Juni 1938 durch den Vorsitzenden des VDE genehmigt und mit dem auf die Veröffentlichung folgenden Tage in Kraft gesetzt.

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Der Geschäftsführer:

Blendermann

VDE 0100c/Vl. 38**Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, V. E. S. I.**

6. Änderung der ab 1. Januar 1930 gültigen Fassung.
Gültig ab 1. Juli 1938¹⁾.

§ 15.

Ortsveränderliche Geräte.

a) bis f) wie bisher.

f₁) Für Instandsetzungs-, Reinigungs- und sonstige Arbeiten in betriebsmäßig eingebauten Kesseln, Behältern und Rohrleitungen aus gut leitenden Baustoffen und an solchen, wenn sie unter beengten Verhältnissen ausgeführt werden müssen, dürfen Elektrowerkzeuge, z. B. Kesselreinigungsgeräte, Rohrwalzmaschinen, Bohrmaschinen und dergl. bei Anschluß an Wechselspannung nur verwendet werden,

1. wenn sie für Kleinspannungen bis 42 V gebaut sind.

Die Kleinspannung muß dabei einem Schutztransformator nach VDE 0550 oder einem Umformer mit elektrisch vom Netz getrennten Wicklungen entnommen werden. Der Transformator oder Umformer selbst ist nach § 3^{2*)} zu schützen und außerhalb der bezeichneten Anlagen aufzustellen. Für das mit Kleinspannung betriebene Elektrowerkzeug selbst sind Erdung oder Nullung mit Rücksicht auf die Isolierung vom Netz unzulässig.

2. wenn sie bei höheren Betriebsspannungen als 42 V — jedoch nicht über 250 V — über einen dem einzelnen Gerät zugeordneten Transformator oder Umformer mit getrennten Wicklungen an das Netz angeschlossen werden.

Transformatoren müssen entsprechend VDE 0550/1936 Abschnitt III, IV B und IV C gebaut sein.

Der Transformator oder Umformer ist nach § 3^{2*)} zu schützen und außerhalb der bezeichneten Anlagen aufzustellen.

Zum Anschluß der beweglichen Zuleitung des Elektrowerkzeuges an den Transformator oder Umformer ist eine fest angebrachte Steckdose vorzusehen, deren Schutzkontakt weder mit dem Transformator oder Umformergehäuse noch mit einem sonstigen primär- oder sekundärseitigen Netzpunkt oder der Erde verbunden sein darf.

Das Gehäuse des Elektrowerkzeuges soll mit dem Kessel, Behälter oder der Rohrleitung durch eine besondere Leitung leitend verbunden werden.

3. wenn deren Motor vom Werkzeug durch eine Biegewelle oder ein ähnliches Kraftübertragungsmittel getrennt ist. Der Motor ist außerhalb der bezeichneten Anlage aufzustellen und nach § 3^{2*)} zu schützen.

Die Biegewelle oder dergl. ist vom Motor elektrisch zu isolieren; diese Isolierung muß im eingebauten Zustande einen der Betriebsspannung entsprechenden Isolationswert haben.

Elektrowerkzeuge mit Biegewelle oder dergl. müssen vom Bedienenden aus mittelbar oder unmittelbar abgeschaltet oder auf mechanischem Wege stillgesetzt werden können. Die Spannungsquelle einer elektrischen Fernsteuerung muß nach Ziffer 1 oder 2 vom Netz getrennt sein. Bedienungsorgane einer mechanischen Steuerung sind gegen Metallteile des Schalters zu isolieren.

Bei Gleichspannung ist es zulässig, Elektrowerkzeuge bis 250 V unmittelbar an das Netz anzuschließen.

Bei Elektrowerkzeugen, deren Motor vom Werkzeug durch eine Biegewelle oder ein ähnliches Kraftübertragungsmittel getrennt ist, darf der Motor auch innerhalb der bezeichneten Anlagen aufgestellt werden.

Die Biegewelle oder dgl. ist vom Motor elektrisch zu isolieren. Die Isolierung zwischen Biegewelle und Motor muß in eingebautem Zustand einen der Betriebsspannung entsprechenden Isolationswert haben.

Das Gehäuse des Elektrowerkzeuges oder Motors ist nach § 3^{2*)} zu schützen und soll mit dem Kessel, Behälter oder der Rohrleitung durch eine besondere Leitung leitend verbunden werden.

Elektrowerkzeuge mit Biegewelle oder dergl. müssen vom Bedienenden aus unmittelbar abgeschaltet oder auf mechanischem Wege stillgesetzt werden können. Bedienungsorgane einer mechanischen Steuerung sind gegen Metallteile des Schalters zu isolieren.

Alle Elektrowerkzeuge müssen VDE 0740 „Vorschriften für Elektrowerkzeuge für Spannungen bis 250 V gegen Erde V. E. Wz.“ entsprechen.

Als bewegliche Zuleitung sind in allen Fällen nur Gummischlauchleitungen starker Ausführung (NSH) oder mindestens gleichwertige zulässig. Kupplungs- und Schaltvorrichtungen dürfen nicht in die bewegliche Zuleitung eingebaut werden.

Die vorstehenden Bestimmungen gelten nicht für Arbeiten an schienengebundenen Fahrzeugen, wenn diese in Hersteller- und Instandsetzungswerkstätten ausgeführt werden und nicht für Schweißeinrichtungen.

g) bis i) wie bisher.

Bekanntmachung.**Ausschuß für Isolierstoffe.**

Der Ausschuß für Isolierstoffe hat durch seinen Unterausschuß „Glimmererzeugnisse“ eine Neubearbeitung von VDE 0332 „Leitsätze für Glimmer-Erzeugnisse“ vornehmen lassen. Dabei wurde die Zahl der Prüfverfahren unter Beachtung ausländischer Vorschriften erweitert.

Die genormten Werte für Glimmer-Erzeugnisse, wie Abmessungen, zulässige Maßabweichungen, Gewichte usw., wurden dagegen, soweit in den bisherigen Leitsätzen enthalten, herausgenommen und in den beiden Entwürfen zu den Normblättern

DIN VDE 612 „Glimmer-Erzeugnisse in Tafeln“ und

DIN VDE 614 „Glimmer-Erzeugnisse in Rollen“ niedergelegt.

Begründete Einsprüche zu den Entwürfen der Leitsätze und der beiden Normblätter können bis zum 1. August 1938 bei der Geschäftsstelle eingereicht werden.

Verband Deutscher Elektrotechniker

Der Geschäftsführer:

Blendermann

Entwurf.

Anwendung des noch nicht endgültigen Entwurfes auf eigene Gefahr.

VDE 0332**Leitsätze für Glimmer-Erzeugnisse.****Inhaltsübersicht.****I. Gültigkeit.**

- § 1. Geltungsbeginn.
- § 2. Geltungsbereich.

II. Begriffserklärungen.

- § 3.

¹⁾ Genehmigt durch den Vorsitzenden des VDE im Juni 1938. Veröffentlicht: ETZ 58 (1937) S. 1329 u. 59 (1938) S. 705.

^{*)} Vgl. VDE 0100 b XII. 37.

III. Glimmer-Erzeugnisse in Platten.

- § 4. Arten und Verwendung.
- § 5. Genormte Werte.
- § 6. Allgemeine Prüfungen.
- § 7. Prüfungen an Lamellen aus Kommutator-Mikanit.

IV. Glimmer-Erzeugnisse in Rollen.

- § 8. Arten und Verwendung.
- § 9. Genormte Werte.
- § 10. Prüfungen.

I. Gültigkeit.**§ 1.**

Geltungsbeginn.

Diese Leitsätze treten am ... in Kraft¹⁾.**§ 2.**

Geltungsbereich.

Diese Leitsätze gelten für Glimmer-Erzeugnisse bei allen vorkommenden Spannungen und bei allen für die Erzeugnisse vorgesehenen Temperaturen.

II. Begriffserklärungen.**§ 3.**

Rohglimmer ist ein bergmännisch gewonnenes, von den äußerlich anhaftenden Gesteinen befreites Naturerzeugnis. Er wird auf Dicken von 0,3 bis 4 mm aufgespalten und gelangt nach Größe und Güte sortiert in den Handel (Natur- oder Blockglimmer).

Spaltglimmer wird aus Blockglimmer durch Spalten in dünne Lagen hergestellt. Unter Spaltglimmer wird im allgemeinen Muskovit (Kalzinationstemperatur ungefähr 500°) verstanden; wird in Sonderfällen Amber-Glimmer (Kalzinationstemperatur ungefähr 900°) gewünscht, so ist dies bei Bestellung besonders zu vereinbaren.

Mikanit ist eine Vereinigung von Spaltglimmer mit Hilfe eines Bindemittels.

III. Glimmer-Erzeugnisse in Platten.**§ 4.**

Arten und Verwendung.

Glimmer-Erzeugnisse in Platten bestehen aus Mikanit mit oder ohne Decklagen.

a) Kommutator-Mikanit.

Kommutator-Mikanit besteht aus Spaltglimmer, der mit geringen Mengen (nicht über 4%) von Bindemitteln zu Platten zusammengeklebt ist. Es wird doppelseitig geschliffen geliefert (Ausnahme in bezug auf Bindemittelgehalt siehe § 7 b).

Verwendung: Zwischenlagen für Kommutator-Lamellen.

b) Heiz-Mikanit.

Heiz-Mikanit besteht aus Spaltglimmer, der mit geringen Mengen (nicht über 3%) für den Heizdraht unschädlicher Bindemittel zu Tafeln zusammengeklebt ist.

Verwendung: Träger und Abdeckung für Heizdrähte.

Bei der Verarbeitung von Heiz-Mikanit ist zu beachten, daß die vorhandenen geringen Mengen von Bindemitteln unter genügendem Luftzutritt vollständig verbrennen müssen, da bei unvollständiger Verbrennung leitende Kohlerückstände bleiben.

Beim Einbau ist dafür zu sorgen, daß die Glimmerblättchen auch noch nach dem Ausbrennen des Bindemittels in ihrer Lage festgehalten werden.

c) Form-Mikanit (Braun-Mikanit).

Form-Mikanit besteht aus Spaltglimmer mit reichlichen Mengen (nicht über 25%) von Bindemitteln. Es ist bei Raumtemperatur hart, bei höheren Temperaturen (etwa 100°) jedoch verformbar.

Verwendung: Zur Herstellung von Formstücken (z. B. Rohren, Kommutator-Ringen) und zur Ummantelung von Leitern beliebiger Querschnittsformen.

Um eine Schädigung der Isolierschicht zu vermeiden, sollen Abrundungshalbmesser von möglichst mehr als 2 mm vorgesehen werden.

d) Biege-Mikanit (Flexibel-Mikanit).

Biege-Mikanit besteht aus Spaltglimmer mit reichlichen Mengen (nicht über 25%) von Bindemitteln. Es ist kalt und warm biegsam.

Verwendung: Zur Herstellung von Nuten-Auskleidungen, Umwicklungen usw.

e) Mikanit-Papier.

Mikanit-Papier besteht aus Biege-Mikanit mit ein- oder doppelseitiger Papierdecklage als Schutz gegen Abblättern des Glimmers. Dicke einer Decklage etwa 0,03 mm.

Verwendung: Siehe Biege-Mikanit.

¹⁾ Genehmigt durch

f) Mikanit-Gewebe.

Mikanit-Gewebe besteht aus Biege-Mikanit mit einseitiger Gewebendecklage von etwa 0,1 mm und gegebenenfalls mit einer zweiten Decklage aus Papier oder Gewebe als Schutz gegen Abblättern des Glimmers und zur Erhöhung der mechanischen Festigkeit.

Verwendung: Siehe Biege-Mikanit.

§ 5.

Genormte Werte.

Glimmergehalt, Rohwichte, Abmessungen, zulässige Abweichungen usw. von Glimmer-Erzeugnissen in Platten siehe DIN VDE 612.

§ 6.

Allgemeine Prüfungen.

a) Prüfung auf Glimmergehalt.

Zur Bestimmung des Glimmergehaltes ist eine Probe des Werkstoffes in der Größe von 100 × 100 mm zu verwenden, die in Stücke zerschnitten wird. Diese sind im Tiegel unterhalb der Kalzinationstemperatur des Glimmers bis zur Gewichtskonstanz zu glühen. Aus dem Glührückstand ergibt sich der Glimmergehalt, der den in Tafel I enthaltenen Mindestwerten entsprechen muß.

b) Spannungsprüfungen.

Für die Durchführung der Stückprüfung und der Typenprüfung (in beiden Fällen gilt der Einminutenwert) ist § 16 von VDE 0303/1929 „Leitsätze für die Bestimmung elektrischer Eigenschaften von festen Isolierstoffen“ zugrunde zu legen.

Die Probestücke, die nach der Typenprüfung geprüft sind, dürfen für spätere Verwendung zum betriebsmäßigen Einbau nicht mehr benutzt werden, auch wenn sie die Typenprüfung bestanden haben.

Über die Höhe der Prüfspannungen gibt Tafel I Auskunft.

Tafel I.

Art des Glimmer-Erzeugnisses	Glimmergehalt mindestens %	Prüfspannungen in kV/mm	
		Stückprüfung (Einminutenwert)	Typenprüfung (Einminutenwert)
Kommutator-Mikanit	96	7	12
Heiz-Mikanit	97	8	12
Form-Mikanit	75	9	15
Biege-Mikanit	75	6	10
Mikanit-Papier	} Werte wie für Biege-Mikanit, bezogen auf die Dicke der faserstoff-freien Mikanit-Schicht		
Mikanit-Gewebe			

§ 7.

Prüfungen an Lamellen aus Kommutator-Mikanit.

a) Prüfung der Dicke.

Die Dicke von Lamellen ist in gepreßtem Zustand bei Raumtemperatur unter Druck von 200 kg/cm² festzustellen, wobei mindestens 20 Lamellen übereinander geschichtet werden. Die zulässige Toleranz beträgt + 0,02 mm als Durchschnitt für die einzelne Lamelle; eine Minus-Toleranz ist nicht zulässig.

b) Prüfung auf Beständigkeit gegen Hitze und Druck.

Die einzelne Lamelle wird bei 200° zwischen Stahlplatten einem Druck von 300 kg/cm² ausgesetzt. Hierbei soll praktisch keine Verschiebung des Glimmers und kein Austritt des Bindemittels stattfinden.

Für sehr kleine Lamellen unter etwa 4 cm² Fläche darf der Glimmergehalt auf Grund besonderer Vereinbarung bis auf 92% herabgehen, wenn besonders gute Stanzfähigkeit verlangt wird. Die Prüfung auf Beständigkeit gegen Hitze und Druck findet hierbei keine Anwendung.

IV. Glimmer-Erzeugnisse in Rollen.**§ 8.**

Arten und Verwendung.

Glimmer-Erzeugnisse in Rollen bestehen aus Faserstoffbahnen als Träger (Papier oder Gewebe), auf die eine oder mehrere Lagen Spaltglimmer mit Hilfe eines Bindemittels aufgebracht sind. Gegebenenfalls kann auch eine Faserstoff-Decklage aufgebracht werden.

Verwendung: Zum Isolieren von Spulen, Spulentragern, Ankerstäben und zur Herstellung von Nutenrohren.

a) Glimmer-Papier.

Glimmer-Papier besteht aus einer Seidenpapierbahn von etwa 0,03 mm Dicke, die mit einer Lage Spaltglimmer beklebt ist; hierauf kann gegebenenfalls eine Decklage aus dem gleichen Papier aufgebracht sein.

b) Glimmer-Gewebe.

Glimmer-Gewebe besteht aus einer Gewebbahn von etwa 0,1 mm Dicke, die mit einer Lage Spaltglimmer beklebt ist; hierauf kann gegebenenfalls eine Decklage aus Papier oder Gewebe aufgebracht sein.

Anwendung des noch nicht endgültigen Entwurfs auf eigene Gefahr.

621. 315. 613. I

Juli 1938

Isolierstoffe					DIN	
Glimmer-Erzeugnisse in Platten					Entwurf 1	
Elektrotechnik					VDE 612	
Bezeichnung einer Platte Heiz-Mikanit von 0,5 mm Dicke in Herstellungsgröße:						
Heiz-Mikanit 0,5 VDE 612						
Bezeichnung einer Platte Mikanit-Papier von 0,5 mm Dicke, 550 mm Breite und 1050 mm Länge, doppelseitig Papier (d) ¹⁾ :						
1 Platte Mikanit-Papier 0,5 × 550 × 1050 d VDE 612						
1	2 3 4			5	6	7
Art ¹⁾	Dicke ²⁾ mm			Wichte kg/dm ² ≈	Glimmer- gehalt % min- destens	Gewicht kg/m ² ≈
	Nenn- maß	Grenzmaße im Anlieferungs- zustand	Größt- maß			
		Kleinst- maß	Größt- maß			
Kommutator- Mikanit	0,3 bis 1,5	Nenn- maß — 0,03	Nenn- maß + 0,03	2,5	96	—
Heiz-Mikanit	0,2	0,16	0,24	2,5	97	0,50
	0,3	0,26	0,34			0,75
	0,4	0,35	0,45			1,00
	0,5	0,44	0,56			1,25
	0,6	0,53	0,67			1,50
	0,8	0,70	0,90			2,00
Form-Mikanit	1	0,88	1,12	2	75	2,50
	0,15	0,07	0,23			0,30
	0,3	0,22	0,38			0,60
	0,5	0,40	0,60			1,00
	0,7	0,56	0,84			1,40
Biege-Mikanit (Flexibel- Mikanit)	1	0,80	1,20	2	75	2,00
	0,2	0,12	0,28			0,40
	0,3	0,22	0,38			0,60
	0,4	0,32	0,48			0,80
Mikanit-Papier	0,5	0,40	0,60	2	75	1,00
	0,2	0,12	0,28			0,40
	0,3	0,22	0,38			0,60
	0,4	0,32	0,48			0,80
Mikanit-Gewebe ³⁾	0,5	0,40	0,60			1,00
	0,3	0,22	0,38			0,60
	0,4	0,32	0,48			0,80
	0,5	0,40	0,60			1,00
1) Beschreibung der verschiedenen Arten von Glimmer-Erzeugnissen in Platten siehe VDE 0332 „Leitsätze für Glimmer-Erzeugnisse“.						
Sonderausführungen der Oberflächen-Beschaffenheit in bezug auf Schliff und Beklebung sind bei Bestellung besonders zu vereinbaren.						
2) Die Dicken werden an zahlreichen über die ganze Fläche gleichmäßig verteilten Stellen mit einem Mikrometer von einer Meßfläche von 5 mm Durchmesser gemessen; die angegebenen Grenzwerte können bei Kommutator-Mikanit an einzelnen Meßpunkten um weitere 0,05 mm unterschritten und bei Heiz-Mikanit um 0,08 mm über- bzw. unterschritten werden.						
3) Die angegebenen Werte für Dicke, Wichte und Gewicht beziehen sich auf Mikanit-Gewebe mit einseitiger Gewebe-Decklage von etwa 0,1 mm. Wird eine weitere Decklage oder ein anderes Gewebe gewünscht, so ist dies bei Bestellung besonders zu vereinbaren.						
Lieferart: handelsüblich in Platten von 550 mm Breite und 1050 mm Länge						
Prüfung: Glimmer-Erzeugnisse müssen den Anforderungen in VDE 0332 „Leitsätze für Glimmer-Erzeugnisse“ entsprechen						
Glimmer-Erzeugnisse in Rollen siehe DIN VDE 614						
Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.						

c) Glimmer-Feingewebe.

Glimmer-Feingewebe besteht aus einer Gewebbahn von etwa 0,05 mm Dicke, die mit einer Lage Spaltglimmer beklebt ist; hierauf kann gegebenenfalls eine Decklage aus Papier oder Gewebe aufgebracht sein.

d) Mikafolium.

Mikafolium besteht aus Zellulose-Papier von 30 bis 50 g/m², das mit einer oder zwei Lagen Spaltglimmer beklebt ist; hierauf ist eine Bindemittelschicht aufgebracht.

§ 9.

Genormte Werte.

Abmessungen und zulässige Abweichungen von Glimmer-Erzeugnissen in Rollen siehe DIN VDE 614.

§ 10.

Prüfungen.

In Anbetracht der Vielseitigkeit der Verwendung und der Unterschiede in den Beanspruchungen wird von einer Festlegung von Prüfverfahren für Glimmer-Erzeugnisse in Rollen abgesehen. Gegebenenfalls sind Prüfungen von Fall zu Fall zu vereinbaren.

Anwendung des noch nicht endgültigen Entwurfs auf eigene Gefahr.

621. 315. 613. I

Juli 1938

Isolierstoffe					DIN	
Glimmer-Erzeugnisse in Rollen					Entwurf 1	
Elektrotechnik					VDE 614	
Bezeichnung einer Rolle Glimmer-Papier von 0,1 mm Dicke, 1000 mm Breite und 3000 mm Länge:						
1 Rolle Glimmer-Papier 0,1 × 1000 × 3000 VDE 614						
1 Art ¹⁾	2 3 4 Dicke ²⁾ mm			5 Träger	6 Gewicht ⁴⁾ kg m ² ≈	
	Nenn- maß	Grenzmaße im Anlieferungs- zustand				
		Kleinst- maß	Größt- maß			
Mikafolium ein- lagig	0,12	0,08	0,16	Zellulose- Papier 30 ... 50 g/m ²	0,17	
	0,16	0,12	0,20		0,20	
	0,2	0,14	0,26		0,23	
zwei- lagig	0,28	0,21	0,35		0,35	
Glimmer-Papier ³⁾	0,1	0,07	0,13	Seiden- papier 0,03 mm	0,12	
Glimmer-Fein- gewebe ³⁾	0,12	0,09	0,15	Gewebe 0,05 mm	0,13	
Glimmer-Gewebe ³⁾	0,15	0,12	0,18	Gewebe 0,10 mm	0,15	
¹⁾ Beschreibung der verschiedenen Arten von Glimmer-Erzeugnissen in Rollen siehe VDE 0332 „Leitsätze für Glimmer-Erzeugnisse“.						
²⁾ Die Dicken werden an zahlreichen über die ganze Fläche gleichmäßig verteilten Stellen mit einem Mikrometer von einer Meßfläche von 5 mm Durchmesser gemessen; die angegebenen Grenzwerte können an einzelnen Meßpunkten um weitere 0,04 mm überschritten werden.						
³⁾ Die angegebenen Werte für Dicke und Gewicht beziehen sich auf Glimmer-Erzeugnisse ohne Decklage; wird außer dem Träger noch eine Decklage gewünscht, so ist dies bei Bestellung besonders zu vereinbaren. Die Dickenmaße und Gewichte erhöhen sich dann entsprechend.						
⁴⁾ Durch Wägen ermittelt.						
Lieferart: in Rollen und Bändern						
Prüfung: Glimmer-Erzeugnisse müssen den Anforderungen in VDE 0332 „Leitsätze für Glimmer-Erzeugnisse“ entsprechen						
Glimmer-Erzeugnisse in Platten siehe DIN VDE 612						
Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.						

VERSCHIEDENES.

BUCHBESPRECHUNGEN.

621. 317. 733. 083. 5

Direct and alternating current potentiometer measurements. Von D. C. Gall. Mit einem Vorwort von S. P. Smith. (A series of monographs on electrical engineering. Herausg. v. H. P. Young, Bd. 4). Mit 109 Abb., XIV u. 231 S. im Format 150×225 mm. Verlag Chapman & Hall Ltd. London 1938. Preis geb. 15 s.

Die verschiedenartigen Gleichstrom- und Wechselstrom-Kompensationsverfahren haben für wissenschaftliche und technische Messungen, insbesondere in neuerer Zeit, eine außerordentlich große Bedeutung erlangt. Einwandfreie Messungen können mit diesen Verfahren aber nur dann durchgeführt werden, wenn die zahlreichen Fehlerquellen, die sich einerseits aus der Art der Messung und andererseits aus der Kleinheit der zu bestimmenden Spannungen ergeben, durch zweckmäßige Schaltung und elektromagnetische bzw. elektrostatische Abschirmung der Meßanordnung vermieden werden. Dies setzt die Kenntnis der einzelnen Störungsmöglichkeiten und auch praktische Erfahrungen im Experimentieren voraus.

Ausgehend von diesen Überlegungen hat der Verfasser unter Ausnutzung seiner reichen Erfahrungen ein Buch geschrieben, das Studierenden und in der Praxis tätigen Ingenieuren wertvolle Erkenntnisse und praktische Hinweise in erschöpfender Weise übermittelt. Präzisions- und Betriebsausführungen von Gleichstrom- und Wechselstrom-Kompensatoren, allerdings nur solche englischer Herkunft, werden beschrieben und ihre charakteristischen Eigenschaften eingehend behandelt. Weiterhin wird über die einzelnen Maßnahmen zur Ausschaltung von Meßfehlern durch Kriechströme sowie durch kapazitive und induktive Störeinflüsse auf die Kompensationsschaltung sehr ausführlich berichtet. Die Auswertung der Meßergebnisse bei Untersuchungen mit Phasenschieber-Kompensatoren und komplexen Kompensatoren wird in einem besonderen Abschnitt, in dem die theoretischen Grundlagen dargestellt sind, zusammenfassend erörtert. Ferner werden zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten dieser Wechselstrom-Kompensatoren (Eichung von Strom-, Spannungs- und Leistungsmessern, Prüfung von Meßwandlern, Ausmessung magnetischer Wechselfelder, geoelektrische Untersuchungen usw.) ausführlich behandelt.

Die den 14 Abschnitten des Buches beigelegten Schrifttum-Hinweise berücksichtigen im wesentlichen nur die englischen und amerikanischen Arbeiten, während die zahlreichen deutschen Originalaufsätze und zusammenfassenden Darstellungen, die dem Leser einen noch weiteren Einblick in dieses interessante Sondergebiet des elektrischen Meßwesens geben, leider nicht zu finden sind. Die sich selbsttätig abgleichenden Gleichstrom-Kompensatoren, die für Temperaturmessungen mit Thermoelementen besonders in Amerika in weitem Umfang angewendet werden, haben nicht die erforderliche Beachtung gefunden. Die mit selbsttätiger Abgleichung arbeitenden komplexen Wechselstromkompensatoren, über die in deutschen Zeitschriften schon seit einigen Jahren berichtet wurde, sind überhaupt nicht erwähnt.

Trotz der genannten Mängel erfüllt das anregend und leicht verständlich geschriebene Buch die Aufgabe, die sich der Verfasser gestellt hat, in vollem Maße und ist daher als wertvolle Bereicherung des Schrifttums über Gleichstrom- und Wechselstrom-Kompensationsmessungen zu betrachten.

Wilhelm Geyger VDE.

537. 2. : 614. 83

Raumexplosionen durch statische Elektrizität. Von Dr.-Ing. H. Freytag. Mit 2 Fig., 24 Tab. u. 115 S. im Format A 5. Verlag Chemie G. m. b. H., Berlin 1938. Preis kart. 3,60 RM.

Der Verfasser unterscheidet die „Raumexplosion“, bei der brennbare Stoffe in feiner Verteilung, wie Gase, Dämpfe, Nebel, Staube, durch eine Zündquelle gezündet werden und sich die Verbrennung zur Explosion steigert, von der „Sprengexplosion“, bei der es sich um die Umsetzung eines Sprengstoffes handelt. Als Zündquelle interessiert die statische Elektrizität, die in erstaunlicher Mannigfaltigkeit wirksam ist, von der bekannten Aufladung des Treibmittels und der Funkenbildung an der

Narkoseapparat bis zu den mutmaßlichen Ursachen der großen Luftschiff-Katastrophe. Aus wissenschaftlichen Arbeiten, Unfallberichten und Beobachtungen in der Praxis ist eine ungeheure Stoffmenge zusammengetragen. Das Ganze ist kritisch gesichtet, neben dem objektiven Befund steht der wissenschaftliche Erklärungsversuch und die betriebswichtige Folgerung. In fünf Hauptabschnitten werden die theoretischen Grundlagen, die Aufladung bei der Reibung fester Körper, bei der Bewegung von Flüssigkeiten gegenüber festen Stoffen und beim Bewegen von Gasen und schließlich die atmosphärisch bedingten Entladungen behandelt. Wenn auch der Hauptdienst des Buches der allgemeinen Sicherheit in den Betrieben gilt, so stellt es doch auch für andere Kreise eine Fundgrube der Anregung und Aufklärung dar. Besonders dem Elektrotechniker sei das Studium dieser ausgezeichneten Schrift über ein Randgebiet seines Faches warm empfohlen, zumal es darum geht, noch unbekannte elektrische Erscheinungen zu meistern.

R. Vieweg VDE.

EINGÄNGE.

[Ausführliche Besprechung vorbehalten.]

Bücher.

Fehler suchen? Fehler finden! Ein Hilfsbuch für die Rundfunktechnik. Von R. Wigand. 2. Aufl. (Telefunken-Buchreihe, Bd. 6). Mit 92 Abb. u. 128 S. im Format B 5. Union Deutsche Verlagsges. Roth & Co., Berlin 1938. Preis kart. 2,50 RM.

Technologie des Aluminiums und seiner Leichtlegierungen. Von Dr.-Ing. A. von Zeerleder. 3. Aufl. Mit 313 Abb., 59 Tabellen, XII u. 449 S. im Format 160×235 mm. Akademische Verlagsges. m. b. H., Leipzig 1938. Preis geb. 18 RM, geb. 20 RM.

Isolierlacke, deren Eigenschaften und Anwendung in der Elektrotechnik, insbesondere im Elektromaschinen- und Transformatorenbau. Von Ing. F. Raskop. Mit 75 Abb., VII u. 132 S. im Format 155×220 mm. Techn. Verlag M. Krayn, Berlin W 35. Preis kart. 7 RM, geb. 8,50 RM.

Doktordissertationen.

Carl Flaam, Wanderwellen an unsymmetrischen Leitungen Lange Spule und Sprungwelle. T. H. Aachen 1931. (Erschienen auch im Archiv für Elektrotechnik 30 [1936] S. 251.)

Heinz Jordan, Wirtschaftliche und technische Untersuchungen an elektrischen Antrieben in Steinkohlensaufbereitungen. T. H. Aachen 1936.

Rudolf Köster, Die Elektrofilterung chemischer Staube und Nebel im Dienste der Analyse. T. H. Aachen. 1936.

Kurt Lang, Untersuchung über die Vergasung von Anthrazit Steinkohlenshoch-, Mittel- und Tieftemperaturkoks im Fahrzeuggenerator. T. H. Aachen 1937.

Hans Schwaab, Spannungsstufe und Glimmentladung beim Durchbruch der Luft. Die zeitliche Entwicklung des Entladungsbildes der Glimmentladung. T. H. Aachen. 1931.

Wilhelm Schnettker, Die Prüfung des dynamischen Verhaltens von Lichtbogen-Schweißgeneratoren. T. H. Aachen. 1935.

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:

Ing. W. Fösel, Nürnberg-O., Flaschenhofstr. 16.
Ing. Karl Maier VDE, Berlin O 112, Helmerdingstr. 4, III.
Dipl.-Ing. W. Ostendorf, Hannover, Im Moore 33, I.
Studienrat P. Silberbach VDE, Köln, Teutoburger Straße 16.

Abschluß des Heftes: 24. Juni 1938.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE

Zuschriften sind nicht an eine persönliche Anschrift zu richten, sondern nur an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 1, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und nur mit Genehmigung des Verfassers und der Wissenschaftlichen Leitung der ETZ gestattet.

Isolationsfehlerschutz für elektrische Maschinen und Umspanner.

Mitteilung der AEG.

Die Erkenntnis, daß der Schutz wertvoller Wirtschaftsgüter nicht allein Privatsache des Besitzers ist, sondern volkswirtschaftliche Pflicht, hat sich heute allgemein durchgesetzt. Damit kommt auch den Schutzeinrichtungen, welche Fehler entdecken, bevor größerer Schaden entsteht, erhöhte Bedeutung zu. Die einwandfreie Isolation elektrischer Geräte gehört zu den wichtigsten Voraussetzungen ihrer Sicherheit, weil von der Güte der

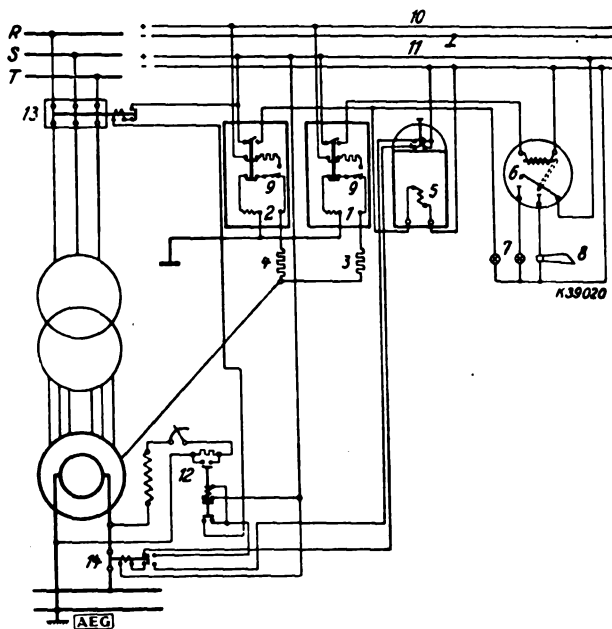
und schaltet ein Warnsignal ein; wird die Ursache der Störung nicht beseitigt, so daß der Fehlerstrom anwachsen kann, so schaltet der Schutzschalter 2 die Maschine ab, wobei auch eine Feldschwächungseinrichtung 12 betätigt werden kann, damit sich auch beim Auslaufen der Maschine der Schaden nicht weiter ausbreitet.

Die Erfahrung in einer nach dem Ausland gelieferten AEG-Anlage hat bewiesen, wie zuverlässig diese Schutzeinrichtung arbeitet. Das Warnrelais einer Maschine sprach einmal an, ohne daß es nachher einer genauen Prüfung gelang, irgendeinen Fehler festzustellen. Und doch hatte die Schutzeinrichtung richtig gearbeitet, denn drei Wochen später brachte ein Isolationsschaden, der wohl schon im Keim vorhanden war, die Maschinen-



Abb. 1. Trennschutzschalter für 35 A.

Isolation Gesundheit und Leben der Menschen abhängen, die mit elektrischen Einrichtungen arbeiten. Der Trennschutzschalter nach Heinisch-Riedl (Abb. 1) wird schon seit langer Zeit als feinfühlig und sicher arbeitende Einrichtung verwendet, um Isolationsfehler an elektrischen Geräten im Entstehen zu entdecken und den Strom auszuschalten, bevor die Berührungsspannung gefährlich wird. Dieselbe Einrichtung wurde mit geringfügigen Abänderungen zum Schutz großer Maschinen — in diesem Falle von Einankerumformern — verwendet (Abb. 2). Das Gehäuse des Umformers, das bei gesunder Isolation der Wicklungen keine Spannung gegen Erde führen darf, ist sonst mit der Erde nur über den hohen Widerstand des Betonfundamentes verbunden. Es wurde nun über die Widerstände 3, 4 und die Ansprechspulen der beiden Schutzschalter 1 und 2 künstlich geerdet. Tritt ein Isolationsfehler auf, so fließt ein Fehlerstrom über die Schutzeinrichtung zur Erde und über den geerdeten Pol der Anlage — bei Bahnanlagen ist dies meist der negative Pol, bei Dreileiter-Lichtnetzen der Mittelleiter — zur Maschine zurück. Die Schutzeinrichtung spricht schon bei einem sehr geringen Strom an. Die beiden parallel angeschlossenen Schutzschalter sind genau gleich, aber durch die Vorwiderstände verschieden eingestellt. Bei sehr kleinem Fehlerstrom spricht der Schutzschalter 1 an



- | | |
|---|-------------------------------|
| 1 = Fehlerschutzschalter für Warnsignal, | 9 = Prüftaste, |
| 2 = Fehlerschutzschalter für Abschaltung, | 10 = Prüfspannung, |
| 3, 4 = Vorwiderstände, | 11 = Betätigungsspannung, |
| 5 = Zwischenrelais zu E, | 12 = Feldschwächungsschalter, |
| 6 = Signalrelais, | 13 = Drehstromhauptschalter, |
| 7, 8 = Optische und akustische Warnsignale, | 14 = Gleichstromhauptschalter |

Abb. 2. Schutz für zwei Einankerumformer.

schalter über das Auslöserelais zum Ausschalten; den dann tatsächlich festgestellten Isolationsdurchschlag konnte man noch leicht beseitigen.

Der Schutz, der auch bei Umspannern angewandt werden kann, ist nicht nur zuverlässig, sondern auch so billig, daß seine Kosten gegenüber dem Wert der geschützten Anlage und den Ersparnissen durch verhütete Schäden nicht ins Gewicht fallen.

Stellengesuche

Schwachstrom-Ingenieur

Spezialist auf technisch hochstehendem und vielseitigem, kaufmännisch schwierigem Vertriebsgebiet, verantwortungsbewußt, absolut selbständiger, logisch denkender Arbeiter bei rascher Auffassung und Einführung in Neugebiete, aufbauend im vorzüglichen Stil mit einfallreicher Propaganda, organisatorische Begabung, 10 Jahre Praxis in Weltkonzern, dort derzeit in leitender Stellung als geschätzter Mitarbeiter, sucht

entwicklungsfähigeren Wirkungskreis als Leiter eines technischen Büros oder Offertabteilung usw.

Angebote erbeten unter E. 723 (Vertrag, Auslandsdeutscher) an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Stellenangebote

Bezirk Rheinland

Wir suchen

mehrere Elektro-Ingenieure

und Praxiserfahrungen zur
Angebote

Wir suchen für unser Konstruktionsbüro für Elektrotechnik und Apparatebau

1 jüngeren Elektroingenieur

für die elektrischen Einrichtungen der Luftschiffe einschließlich Funktelegraphie

1 jüngeren Konstrukteur

für feinmechanischen Apparate- und Getriebebau mit abgeschlossener Hoch- oder Fachschulbildung. Anfänger mit guter Auffassungsgabe kommen auch in Betracht. Bewerbungen mit Lichtbild, Zeugnisabschriften und Gehaltsansprüchen sind zu richten an

Luftschiffbau Zeppelin G. m. b. H., Werft Friedrichshafen a. B. [780]

AEG

sucht zum sofortigen Eintritt mehrere selbständige

Konstrukteure und Zeichner

für Elektrowerkzeuge und Spezialmaschinenbau. Angebote mit Gehaltsansprüchen, Lebenslauf, Zeugnisabschriften und frühestem Eintrittstermin erbeten an [769]

AEG Fabrik Stuttgart

Personalabteilung

Cannstatt, Deckerstr. 5. (Kennziffer 1)

baldigen Antritt

[757]

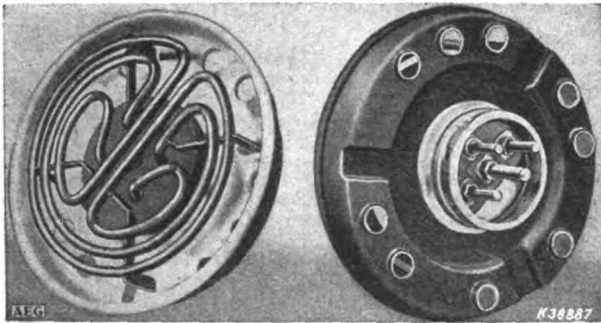
jüngere Ingenieure

auf einer Höheren technischen Schulbildung und praktischen Kenntnissen von Schaltanlagen, Hochspannungsführung von Konstruktionen für Eisengitter, Zeugnisabschriften, frühesten des frühesten Anschlusses (de i. Ries

Die AEG-Istra-Stiftkochplatte.

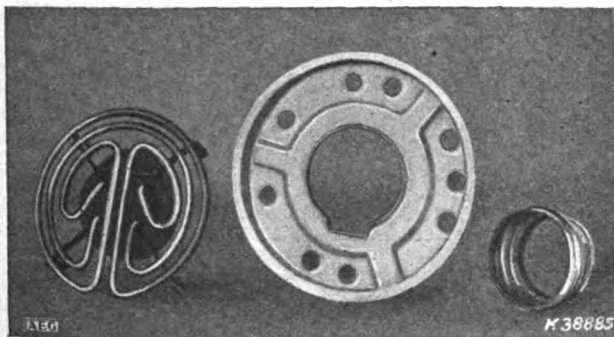
Mitteilung der AEG.

Die AEG-Istrakochplatte (Abb. 1) ist eine deutsche Strahlungs-Glühkochplatte. Sie hat außer den bekannten Vorzügen der normalen Elektro-Kochplatte noch die besondere Eigenart, sehr rasch eine sichtbare, strahlende Glühhitze zu entwickeln und mit handelsüblichem Geschirr, also ohne Elektro-Sondergeschirr, wirtschaftlich zu arbeiten. Ihre Durchbildung erfolgte unter Benutzung



Aufsicht
Abb. 1. AEG-Istra-Stiftkochplatte, Modell 37.
Unterseite

des bekannten Istrastabes als Heizkörper, dessen Hauptkennzeichen hohe Belastbarkeit, lange Lebensdauer, einfacher Aufbau sowie die leichte Verformbarkeit des fertigen Stabes sind. Der Stab selbst besteht aus einem nahtlos gezogenen Rohrmantel aus Chromstahl von 8 mm äußerem Durchmesser. In diesem ist genau mittig die Heizwendel eingelagert, deren Enden als Verdrillenden



Heizstabsystem mit
Tragsteg und
Kontaktstifanordnung.
Innenansicht der
weiß emaillierten Rück-
strahlungsmulde.
Ver-
schraubungs-
hülse.
Abb. 2. AEG-Istrakochplatte, Modell 37, zerlegt.

für den Anschluß an die Kontaktstifte ausgebildet sind. Der Innenraum des Rohres ist mit einer isolierenden Einbettmasse gefüllt, die durch Verjüngung des Stabes in einer Rotationshämmermaschine verfestigt wird; die beiden Stabenden werden mit einem hermetischen Abschluß versehen, der das Eindringen von Feuchtigkeit verhindert. Die fertiggestellten Stäbe werden dann, wie die Abb. 1 zeigt, gebogen und außerdem an der Oberfläche abgeflacht, wodurch eine bedeutende Vergrößerung der Strahlungsfläche zum Topf erreicht wird. Zwecks Verbindung des Stabsystems mit der Kontaktstiftgarnitur werden die Enden des Systems in einen Teller aus Chromstahl hart eingelötet (Abb. 2); zur Unterstützung sind

besondere Tragstege vorgesehen. Unter dem Heizstabsystem ist eine weiß emaillierte Rückstrahlungsmulde angeordnet, welche die nach unten gehenden Wärmestrahlen auf den Topfboden zurückwirft. Die leichte Reinigung der Istraplatte ist dadurch ermöglicht, daß die Rückstrahlungsmulde nach Lösen der Verschraubungshülse abnehmbar ist, wodurch alle für die Reinigung in Frage kommenden Teile zugänglich werden.

Für die gebräuchlichen Plattengrößen ergeben sich folgende Werte:

Plattendurchmesser.....cm	14,5	18	22
Gesamtnennaufnahme der Platte (Ankochstufe; beide Heizstäbe sind parallel geschaltet)..... W	1000	1500	2000
Nennaufnahme der mittleren Stufe (der äußere Heizstab ist allein eingeschaltet) W	720	1200	1632
Nennaufnahme der unteren Stufe (Fortkochstufe; beide Heizstäbe sind in Reihe geschaltet)..... W	200	240	300

Die AEG-Istra-Stiftkochplatte Modell 1937 erfüllt in bezug auf Durchmesser, Auflagepunkte und Kontaktstiftvorrichtung die Vorschrift des Normblattes DIN 4910. Die für die Stiftkochplatten geltenden VDE-Vorschriften werden ebenfalls erfüllt. Bei der Uebergangstrommessung nach einer Belastungsprüfung von 3 Stunden mit 1,1 facher Nennspannung ergibt sich bei einem zulässigen Höchstwert von 1 mA je gemessenem kW folgender Mittelwert:

Plattengröße Durchmesser cm	zulässig. Höchstwert mA	gemessener Mittelwert mA
18	1,8	0,8
22	2,4	1,5

Die Hochspannungsprüfung mit 1000 V eine Minute lang nach der Belastungsprüfung wird ebenfalls erfüllt. Die Platte ist in kaltem sowie warmem Zustande vollständig überlaufsicher.

Die AEG-Istra-Stiftkochplatte kann daher in jedem Elektroherd, der den Normmaßen DIN 4910 entspricht, verwendet werden (Abb. 3).

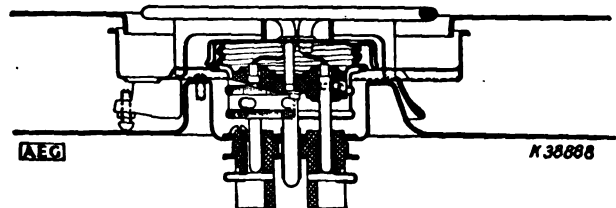


Abb. 3. Schnittbild der Istra-Stiftkochplatte 37, in den Herd eingesetzt.

Der große Vorzug der Istrakochplatte liegt in der Verwendungsmöglichkeit von handelsüblichem Kochgeschirr. Die Anschaffung von Sondergeschirr ist überflüssig, was ein besonderer Vorteil bei Mietwohnungen ist. In Siedlungsbauten, bei denen kohle kombinierte Elektroherde in Frage kommen, kann mit den gleichen Töpfen sowohl auf dem Elektroteil als auch auf dem Kohleteil gekocht werden. Sehr vorteilhaft ist außerdem die kurze Anheizzeit der Istrakochplatten, auch entstehen nach Beendigung des Kochens infolge geringer Wärmespeicherung keine nennenswerten Verluste.

Wichtige Neuerscheinungen

aus dem Verlage

Julius Springer-Berlin

Fernsehen

Die neuere Entwicklung insbesondere der deutschen Fernsehtechnik. Vorträge namhafter Fachleute. Veranstaltet durch den Bezirk Berlin-Brandenburg des Verbandes Deutscher Elektrotechniker — vormals Elektrotechnischer Verein e. V. — in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule Berlin. Herausgegeben von Professor Dr. phil. Fritz Schröter, Technische Hochschule Berlin. Mit 228 Textabbildungen. VI, 260 Seiten. 1937. RM 19,50; gebunden RM 21,—. (Vorzugspreis für Mitglieder des Verbandes Deutscher Elektrotechniker Bezirk Berlin-Brandenburg sowie für Teilnehmer an der Vortragsreihe RM 14,62; gebunden RM 15,75.)

Entwicklung und Stand des Fernsehens. Von Oberpostamt Dr. F. Banneitz, Berlin. — Physikalische Grundlagen, Möglichkeiten und Grenzen der Fernsehübertragung. Von Prof. Dr. F. Schröter, Berlin. — Die mechanischen Bildfeldzerleger und ihre Synchronisierung. Von Dr. R. Möller, Berlin. — Geometrische Elektronenoptik. Von Dr.-Ing. habil. E. Brüche, Berlin. — Die Kathodenstrahlröhre in der Fernsehtechnik. Von Dr.-Ing. M. Knoll, Berlin. — Die Fernsehsendung. Von Dipl.-Ing. W. Buschbeck, Berlin. — Der Fernsehempfang. Von M. von Ardenne, Berlin. — Das Großbildproblem beim Fernsehen. Von Prof. Dr. A. Karolus, Leipzig. — Schrifttum. — Namen- und Sachverzeichnis.

Moderne Mehrgitter-Elektronenröhren

Von Dr. M. J. O. Strutt, Eindhoven.

Erster Band: Bau — Arbeitsweise — Eigenschaften. Mit 128 Abbildungen im Text. VI, 131 Seiten. 1937. RM 12,60

Hochfrequenz-Verstärkerröhren. — Mischröhren. — Röhren zur niederfrequenten Leistungsverstärkung. — Literaturverzeichnis. — Sachverzeichnis.

Zweiter Band: Elektrophysikalische Grundlagen. Erscheint im Frühjahr 1938.

Elektrische Kontakte

Grundlagen für den Praktiker. Von Dr. Walther Burstyn VDE. Mit 79 Abbildungen im Text. VII, 79 Seiten. 1937. RM 6,60

Das Ausschalten von Gleichstrom. — Das Ausschalten von Wechselstrom. — Das Einschalten von Stromkreisen. — Übergangswiderstände. — Sonstige störende Erscheinungen. — Die Erwärmung von Schaltern. — Die Abnutzung der Kontakte bei Gleichstrom. — Die Abnutzung der Kontakte bei Wechselstrom. — Besondere Schalter.

Einführung in die Funktechnik

Verstärkung, Empfang, Sendung. Von Dipl.-Ing., Dr. techn. Friedrich Benz, Leiter der Lehr- und Versuchsanstalt für Radiotechnik in Wien. Mit 443 Textabbildungen. XV, 411 Seiten. 1937. (Verlag von Julius Springer-Wien). RM 15,—; geb. RM 16,80

Allgemeine Grundlagen. — Die Elektrodenröhre. — Niederfrequenzverstärkung, Elektroakustik und deren Anwendungen. — A. Allgemeines über Empfänger. B. Ausführungsbeispiele von Empfängern. — Sender. — Anhang. — Namen- und Sachverzeichnis.

Wissenschaftliche Veröffentlichungen aus den Siemens-Werken

Sechzehnter Band

1. Heft. (Abgeschlossen am 17. März 1937.) Mit 109 Bildern. IV, 129 Seiten. 1937. RM 9,—

Zur Frage der Übertragung von Stoßspannungen auf die Unterspannungsseite von Drehstromtransformatoren. Von B. Elsner. — Spannungserwellen beim Steuerrichter und ihre Glättung. Von H. Jungmühl und O. Schiele. — Über die Schlagweitenabhängigkeit des Entladeverzugs in Öl in gleichförmigem Feld. Von R. Strigel. — Der elektrische Lichtbogen in schnellströmendem Gas. Von B. Kirschstein und F. Koppelman. — Über Abbrandversuche an Lichtbögen in einem Gemisch von Luft und Stickstoff. Von B. Kirschstein. — Über die Stoffwanderung in elektrischen Ausschaltkontakten. Von R. Holm und F. Güldenpennig. — Elektrische und mechanische Eigenschaften des Kohlenröhren von Mikrophenen. Von R. Joscheck. — Zur Kenntnis des Schellacks. X. Mitteilung: Die Untersuchung einiger wenig bekannter Eigenschaften. Von W. Nagel und E. Baumann.

2. Heft. (Abgeschlossen am 6. August 1937.) Mit 72 Bildern. IV, 116 Seiten. 1937. RM 7,60

Die Raumladungsschwächung des Schrotteffektes. I. Theoretische Grundlagen und Hauptergebnisse. Von W. Schottky. — Die Raumladungsschwächung des Schrotteffektes. II. Durchführung der Theorie für ebene Anordnung. Von E. Spenke. — Die Raumladungsschwächung des Schrotteffektes. III. Meßergebnisse. Von H. Jacoby und L. Kirchgeßner. — Die Grundlagen der Bemessung von Schwebungsummern mit Ringmodulator. Von R. Hellmann. — Über die für eine Schallübertragung in Luft günstigste Sendefrequenz. Von W. Janovsky und A. Rechten. — Über einige Regeln der magnetischen Bindung. Beiträge zum Stereomagnetismus. Von Q. v. Auwers.

3. Heft. (Abgeschlossen am 8. Oktober 1937.) Mit 93 Bildern. IV, 144 Seiten. 1937. RM 10,—

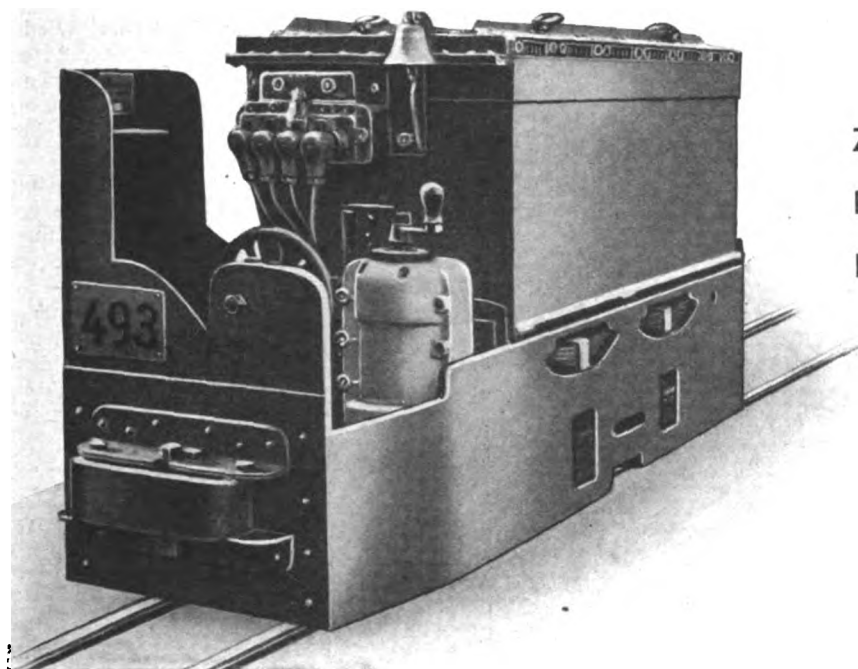
Untersuchung einer Bogenentladung mit schnellen Spannungsstößen. Von F. Koppelman. — Der elektrische Lichtbogen in schnellströmendem Gas. Teil II. Von B. Kirschstein und F. Koppelman. — Beitrag zur Minimumtheorie der Lichtbogenskule, Vergleich zwischen Theorie und Erfahrung. Von B. Kirschstein und F. Koppelman. — Nachtrag zu der Arbeit: „Über Abbrandversuche an Lichtbögen in einem Gemisch von Luft und Stickstoff“. Von B. Kirschstein. — Über die Natur der Stoffwanderung im elektrischen Schweißbogen. Von A. v. Engel. — Über einen neuen Massenspektrographen nach der Parabel-Methode und Messungen der relativen Häufigkeit der Argonisotope. Von W. Schütze. — Untersuchung eines Ringkolben-Flüssigkeitszählers. Von H. Garthe und F. Döneh. — Anzeigeverzögerung von Thermometern. Von F. Liene-weg. — Die Frequenzabhängigkeit des Schrotteffektes. Von E. Spenke.

Ölbewirtschaftung

Betriebsanweisung für Prüfung, Ueberwachung und Pflege der im elektrischen Betrieb verwendeten Öle. Zweite Auflage. Herausgegeben von der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung (WEV) in Zusammenarbeit mit dem Verein Deutscher Eisenhüttenleute (VDEh) und dem Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE). Mit 21 Abbildungen. XI, 179 Seiten und Anhang: VDE-Vorschrift 0370/1936, Tafel für Ölprüfungen, Farbtafel. Geb. RM 8,—

Allgemeines über die im elektrischen Betrieb verwendeten Öle. — Prüfverfahren. — Die Überwachung der Öle im Betrieb. — Die Behandlung der Öle im Betrieb. — Mechanische Reinigung und Trocknung. — Regenerierung der Öle. — Die Reinigung der Maschinen, Apparate und Hilfsmittel. — Wasserturbinenöle. — Öle für Zähler und feinmechanische Geräte. — Schlussbemerkungen. — Geräte-, Chemikalien-, Schrifttum-, Sach- und Bezugsquellen-Verzeichnisse. — Anhang.

Akkumulatoren-Gruben-Lokomotiven



Zubringer-Lokomotiven

Hauptstrecken-Lokomotiven

Kombinierte Lokomotiven

für Steinkohlenbergbau
schlagwettergeschützt

für Erz- und Kalibergbau
wasserdicht

Ladestationen

Heinrich Bartz • Dortmund-Körne

Abt. Lokomotivbau

Alte Straße 77

Tragbare Weicheisen-Meßgeräte

**Tragbare ISOLATIONSPRÜFER
ERDLEITUNGSPRÜFER
LEITUNGSPRÜFER
OHMMETER**

Ferraris Schalttafel-Meßgeräte
Leistungs- und Blindleistungsmesser
Strom- und Spannungsmesser
Watt-, Blind- u. Scheinleistungsmesser

METRAWATT A.G.
FABRIK ELEKTROTECHNISCHER MESSEINRICHTUNGEN
NÜRNBERG-O

Elektrische Meßgeräte
der

METRAWATT A.G.
NÜRNBERG-O

haben Weltruf

VERLANGEN SIE UNSERE PREISLISTE

GEYER

ISOLIERSTOFF-ERZEUGNISSE

aus
Preßstoff
TYPE S
sind rein deutsche
Erzeugnisse und de-
ren Rohstoffe ohne
Devisen-Aufwand
in jeder Menge
greifbar.

ZÄHLERTAFELN

VERTEILUNGSTAFELN

CHRISTIAN GEYER NÜRNBERG-S
ELEKTROTECHNISCHE U. METALLWARENFABRIKEN

Schlagwettergeschützte Verbundlokomotive ohne Anfahrwiderstände.

Mitteilung der AEG.

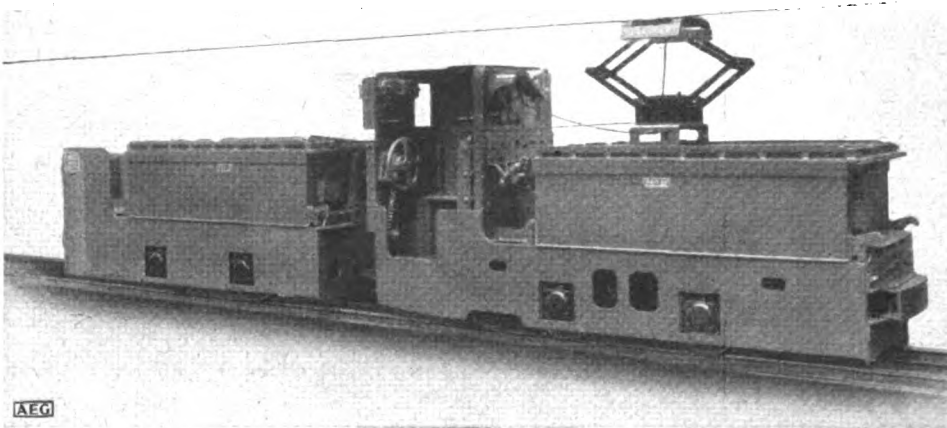
Nach den bergpolizeilichen Vorschriften sind in schlagwettergefährdeten Abschnitten der Hauptförderstrecke Lokomotiven für reinen Fahrleitungsbetrieb nicht zugelassen. Dies führte zur Entwicklung von Verbundlokomotiven, die ihre Energie auf den schlagwettergefährdeten Streckenabschnitten aus einem Speicher und auf den übrigen Strecken aus der Fahrleitung entnehmen, wobei gleichzeitig der Speicher selbsttätig aus der Fahrleitung aufgeladen wird.

Die in der Abbildung gezeigte Lokomotive ist von der AEG für eine westfälische Zeche geliefert worden und dort seit 1½ Jahren in Betrieb. Sie ist als vierachsige Doppellokomotive mit einem Gesamtgewicht von etwa 10,5 t für 553 mm Spurweite ausgeführt. Jede Achse wird von einem druckfest gekapselten Gleich-

wächtern in jede Widerstandstufe. Das Wiedereinschalten dieser Wärmewächter nach ihrem Auslösen bedingt eine längere Betriebspause, die bis zu 15 min dauern kann, da das Schmelzlot der Wärmeschalter erst erkalten muß. Auch dieser rein betriebliche Nachteil fällt bei der widerstandslosen Schaltung weg.

Weiterhin bemerkenswert ist das völlig selbsttätige Umschalten von Fahrleitungsbetrieb auf Speicherbetrieb und umgekehrt (DRP). Für den Fahrleitungs- und Speicherbetrieb ist je ein besonderes Schütz vorgesehen.

Beim Uebergang von einer Betriebsart auf die andere, z. B. von Fahrleitungsbetrieb auf Speicherbetrieb, fällt das Schütz im Fahrleitungs-Stromkreis ab und schließt das Speicherschütz. Der Fahrschalter braucht hierbei



AEG-Gruben-Doppellokomotive mit Schlagwetterschutz für Oberleitungs- und Batteriebetrieb (Verbundlokomotive).

strommotor von 8 kW Stundenleistung bei 220 V Nennspannung über ein einfaches Vorgelege angetrieben. Die Fahrleitungsspannung beträgt im Mittel 250 V. Die Lokomotivhälften sind durch eine kräftige Kuppelstange mit Kardangelenken miteinander verbunden; auf jeder Lokomotivhälfte ist ein Behälter mit einer Speicherkapazität von 54 Zellen VIII Ky 285 mit einem Fassungsvermögen von 360 Ah bei dreistündiger Entladung untergebracht. Der Behälter hat Eigenlüftung.

Besonders hervorzuheben ist das völlig stoßfreie Anfahren ohne Widerstände in der AEG-Schaltung (DRP). Da die Verluste in den Widerständen wegfallen, wurde die Leistungsfähigkeit der Lokomotive je Speichervorgabe um etwa 25% gesteigert. Der Speicher kann also wesentlich kleiner gewählt werden als bei Verwendung von Anfahrwiderständen, die außerdem die Raumnutzung der Lokomotive beeinträchtigen. Der druckfest gekapselte Fahrschalter ist für die widerstandslose Schaltung mit acht Geschwindigkeitsstufen ausgeführt. Die einzelnen Stufen werden durch Reihen-Parallel- und Gruppenschaltung der Anker und Feldspulen aller vier Motoren erzielt. Außer dieser Gruppierung wird ein Teil der Felderregung zur weiteren Geschwindigkeitsreglung abgeschaltet.

Der in den Schlagwetterschutzvorschriften für Anfahrwiderstände vorgeschriebene Schutz gegen unzulässige Erwärmung des Gehäuses (200° C) mit Rücksicht auf die Gefahr von Kohlenstaub- oder Schlagwetterexplosionen erfordert entweder ungewöhnlich große Bemessung der Widerstände oder den Einbau von Wärme-

nicht in die Nullstellung gebracht zu werden, sondern er bleibt während des Umschaltens auf der betreffenden Fahrstufe stehen. Unzulässige Beschleunigungen treten beim Umschalten nicht auf, weil die Fahrleitungsspannung und die Speicherspannung annähernd gleich sind. Das Zurückschalten in die Nullstellung ist nur erforderlich, wenn der Ueberlastauslöser angesprochen hat, der dann das Schütz der betreffenden Betriebsart abschaltet. Das Wiedereinschalten des Auslösers und damit des jeweiligen Schützes ist nur zwischen den Stellungen 0 und 1 des Fahrschalters möglich. Die in Reihe geschalteten Speicherkapazitäten werden aus der Fahrleitung während der Fahrt oder im Stillstand über ein polarisiertes Differentialrelais und einen Ladewiderstand selbsttätig aufgeladen, sobald die Fahrleitungsspannung die Speicherspannung überwiegt. Eine von dem Speicher dauernd erregte Spannungsspule des Relais unterbricht den Ladestromkreis bei 2,3 V Zellenspannung, also kurz vor der Gasungsgrenze einer Gitterplattenbatterie.

Wird die Fahrleitungsspannung während des Ladens kleiner als die Speicherspannung, tritt also Rückstrom auf, so unterbricht das Relais den Ladestromkreis. In Zeitabständen von 3 ... 4 Tagen wird der Speicher an der Ladestelle voll aufgeladen; dabei wird jede Speicherkapazität für sich aufgeladen.

Zur Beleuchtung der Strecke dienen Scheinwerfer mit Zweifadenlampen für 12 V, die von einem Gleichstrom-Gleichstrom-Umformer gespeist werden. Der Umformer erhält seinen Strom sowohl bei Fahrleitungsbetrieb als auch bei Speicherbetrieb aus dem Speicher.

Relaisprüfeinrichtungen.

Mitteilung der AEG.

Relais werden in Hoch- und Niederspannungsanlagen als Schutzglieder sowie als Steuerglieder verwendet. Für die Betriebsicherheit der Anlagen ist das zuverlässige Arbeiten der Relais von größter Bedeutung. Da im besonderen die Schutzrelais selten in Tätigkeit treten, lassen sich auftretende Fehler nur schwer erkennen. Dies bedeutet eine Gefahr für die ganze Anlage. Daher muß die Möglichkeit vorhanden sein, die Betriebsbereitschaft jedes Schutzrelais nachzuprüfen. Hierzu dienen die Relaisprüfeinrichtungen. Diese haben die Aufgabe, eine



Abb. 1. Sekundenmesser für 50 Hz, Meßbereich bis 100 s.

Nachprüfung und gegebenenfalls eine Nacheichung der eingebauten Relais an Ort und Stelle – zuweilen aber auch Versuche und Studien – zu ermöglichen und der Betriebsleitung die unbedingt notwendige Gewißheit von dem einwandfreien Zustand der Schutzeinrichtungen zu geben.

Trag- oder fahrbare Relaisprüfeinrichtungen werden von der AEG für verschiedene Sekundärleistungen gebaut. Sie können sowohl für die Prüfung einzelner Relais als auch für die Prüfung vollständiger Schutzeinrichtungen, einschließlich der Stromwandler und Verbindungsleitungen, verwendet werden. Bei der Entwicklung der Relaisprüfeinrichtungen wurde vor allem darauf gesehen, daß bei kleinen Abmessungen und geringem Gewicht Geräte von kräftiger mechanischer Ausführung mit möglichst großer Sekundärleistung entstanden. Da die Prüfungen im allgemeinen nur kurze Zeit dauern, ist es möglich, die Prüfeinrichtungen 3 bzw. 5 min lang erheblich zu überlasten. Ueber die Belastbarkeit der üblichen Geräte gibt die Zahlentafel Auskunft.

Form	Dauerleistung kVA	Grenzstrom (5 min)		Gewicht netto etwa kg.
		A	bei etwa V	
RE 0,1	0,1	100	2	10
RE 0,8	0,8	600	4	40
RE 1,2	1,2	1200	4	55
RE 2	2,0	2000	4	70
REG 2 u. REZ 2	2,0	4000	2	50 u. 55
REG 3 u. REZ 3	3,0	4000	3	65 u. 70
REG 5 u. REZ 5	5,0	4000	5	100 u. 90
REG 7,5 u. REZ 7,5	7,5	6000	5	120 u. 135

Bei aussetzendem Betrieb (Einschaltdauer 20 min¹⁾) kann den Geräten das Doppelte und bei 5 min-Betrieb bis zum Vierfachen der in der Tafel angegebenen Dauerleistung entnommen werden.

Die Hauptbestandteile der Geräte sind ein Regelumspanner und ein Hochstromwandler. Der Regelumspanner ist als Sparumspanner ausgebildet. Er kann auf der Primärseite wahlweise an 110, 220 oder 380 V angeschlossen werden. Die Regelung ist induktiv und erfolgt mit Hilfe zweier unterbrechungslos schaltender Stufenregler, eines Grob- und eines Feinreglers mit je 20 Stufen. Die Sekundärspannung des Wandlers kann daher von Null bis zum Grenzstrom in 400 Stufen geregelt werden. Die ange-

¹⁾ Bei Form RE 0,1 nur 5 min.

wandte Regelschaltung ermöglicht eine sehr feine Regelung auch bei geringen Stromstärken. Darüber hinaus kann noch ein besonderer, stetig veränderlicher Feinregler vorgesehen werden. Selbstverständlich ist dafür gesorgt, daß der elektrische AEG-Sekundenmesser angeschlossen werden kann (Abb. 1). Dieser wird gleichzeitig mit dem Relais eingeschaltet und dann durch den Kontakt des zu prüfenden Relais angehalten.

Die Prüfeinrichtungen werden gewöhnlich umschaltbar auf verschiedene Sekundärspannungen ausgelegt, so daß sie zur Prüfung von Zählern, Sicherungen, Selbstschaltern, Meßgeräten, Sekundär- und Primärrelais oder Auslösern sowie für vollständige Schutzeinrichtungen (Sekundärrelais nebst Wandlern) geeignet sind. Die Geräte für 0,8 ... 2,0 kVA können als Form REW auch mit einem eingebauten Meßwandler geliefert werden. Dieser wird zwangsläufig dem jeweiligen Spannungsanschluß angepaßt, so daß stets das gleiche Meßgerät verwendet werden kann. Die Meßwandler gehören der Genauigkeitsklasse 1 an.

Die großen Prüfeinrichtungen mit mehr als 2 A Dauerleistung sind mit Rücksicht auf bequeme Beförderung und gute Gewichtsverteilung in eine Grundeinrichtung (Form REG) und eine getrennte Zusatzeinrichtung (Form REZ) aufgeteilt. Diese Aufteilung hat außerdem den Vorteil, daß der Hochstromwandler dicht an die zu prüfende Schutzeinrichtung herangebracht werden kann.

Um auch spannungs- und winkelabhängige Relais (Distanzrelais und Leistungsrichtungsrelais) mit einer derartigen Einrichtung prüfen zu können, wird in die Grundeinrichtung ein Phasenschieber eingebaut (Form REPG), der bei 180 VA Dauerleistung und 125 V Nennspannung zwischen 0° und 360° (elektrisch) stetig verstellbar ist.

Die Relaisprüfeinrichtungen der AEG sind in einer vollständigen Reihe für Grenzströme bis zu 6000 A (bei 5 V) entwickelt.

Außer den bisher beschriebenen Geräten sind für manche Sonderzwecke, z. B. zum Prüfen von dreiphasigen Differentialrelais oder zur dreiphasigen Prüfung von Distanzrelais besondere Prüfeinrichtungen entwickelt

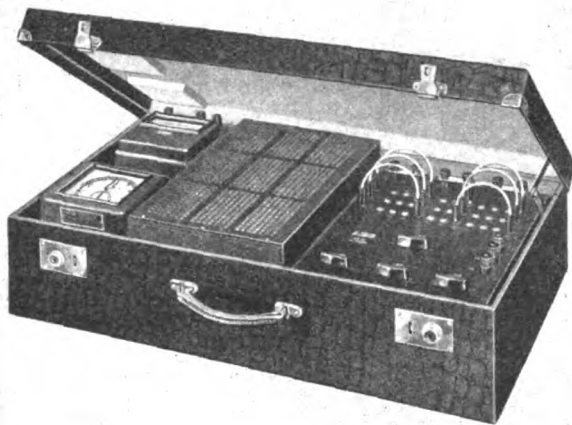


Abb. 2. Dreipolige Prüfeinrichtung für spannungs- und stromabhängige Relais (Distanzrelais).

worden. Diese Geräte können ohne Lösen von Klemmen mittels eines Steckers mit dem zu prüfenden Relaisatz verbunden werden. Die Umschaltung von „Betrieb“ auf „Prüfung“ erfolgt mit einem eingebauten Walzenschalter. Das Prüfgerät selbst besteht im wesentlichen aus drei einstellbaren Widerständen, welche die Phasenimpedanzen der Leitungen ersetzen sollen. Die Nachbildung sämtlicher im Betrieb vorkommender Störungen wird durch einen entsprechenden Schaltersatz ermöglicht. Die Ausführung einer derartigen Prüfeinrichtung zeigt Abb. 2.

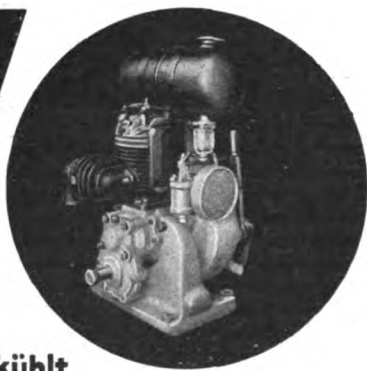
DKW MOTOREN

*für Landwirtschaft
und Industrie*

**EINZYLINDER
ZWEIZYLINDER**

von 1-25 PS

luftgekühlt, wassergekühlt



ÜBERSICHTSTAFEL

Typo	Zylinderzahl	Kühlung durch	Bohrung mm	Hub mm	PS
EL 100	1	Luft	50	50	1,8
EL 201	1	Luft	60	68	3,75
EL 301	1	Luft	74	68	5,25
EW 301	1	Wasser	74	68	6,5
EL 461	1	Luft	88	76	7,5
EW 461	1	Wasser	88	76	9,5
ZW 600	2	Wasser	74	68	14
ZL 920	2	Luft	88	76	16-18
ZW 1100	2	Wasser	96	76	25-28
KL 100	1	Luft	50	50	2
TR 200	1	Luft	60	68	5
TR 300	1	Luft	74	68	6,5
O-Spez. 300	1	Luft	74	68	5,5

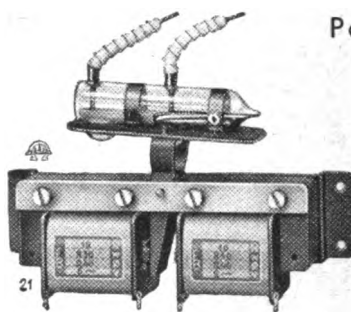


623/85

DKW-MOTOREN
500 000 fach bewährt!

AUTO UNION A-G ABT. DKW-MOTOREN, CHEMNITZ

FRABA-SCHALTZEUG



Sperr-Relais LQU

Polarisierte Relais

Kontakt-Relais

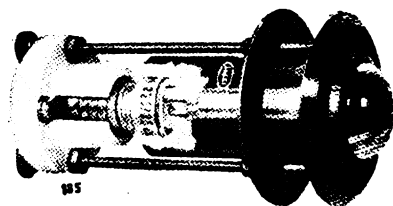
Telefon-Relais

Regel-Relais

Zeit-Relais

Feinschalt-Geräte

Fernsteuer-Apparate



Einloch-Signal-Lampe

FRANZ BAUMGARTNER

Fabrik elektrischer Apparate

KÖLN-KLETTENBERG 1b

Für den Kranbau



Kontroller (Wendesteuerwalzen)

Widerstände

Endausschalter

Bremslüftmagnete

CRUSE

Schalt- und Steuerapparate

Gebr. Cruse & Co. Dresden N 30

Gerätesteckdosen

Kupplungen

Lichtdrücker

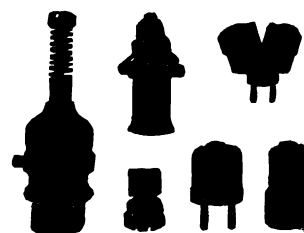
Steckdosen

Stecker

Steckerfassungen

Schalter

Zwischenschalter



„POLDI“

Buchleuchten

LEOPOLD KOSTAL LÜDENSCHIED
ELEKTROTECHNISCHE SPEZIAL-FABRIK



Elektrolyt-
Glimmer-
Papier-

RICHARD JAHRE
Berlin S 016 Köpenickerstr. 55

Schleifen-Oszillographen

stationär und transportabel, in einfacher und billiger Ausführung

Druckschrift Nr. 310

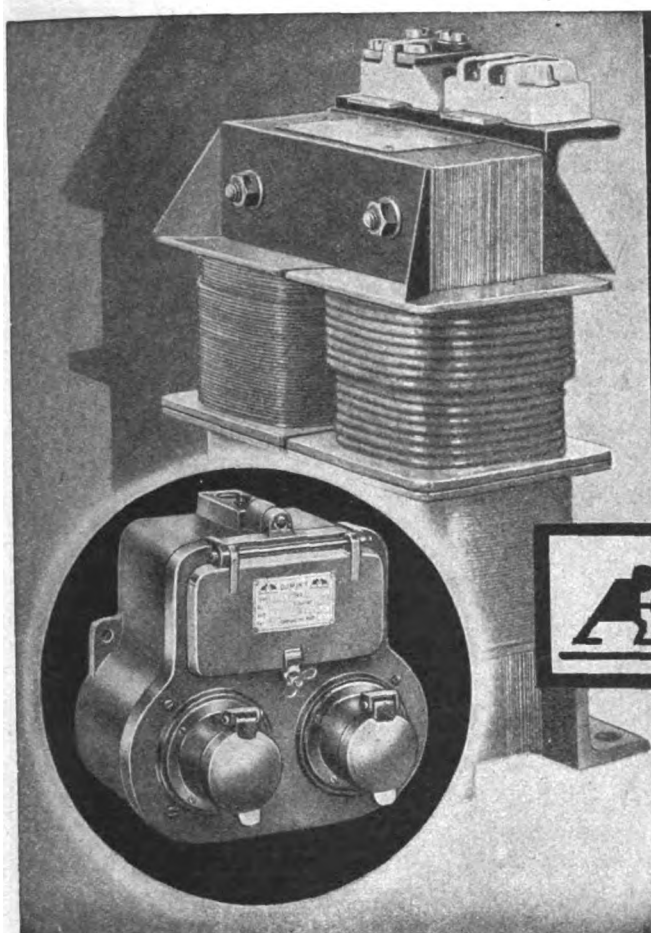
Elektrische Druckmesser

für verschied. Zwecke, für Drücke von 1 kg bis 500 t

Die Registrierung schnell veränderlicher Drücke erfolgt mit unseren Schleifen-Oszillographen

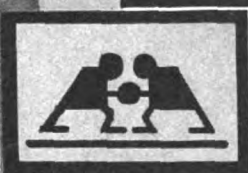
Druckschrift Nr. 750

Dr.-Ing. HANS RUMPF BONN/RHEIN (Deutschl.)



Dominit-Sicherheits-Transformatoren

in jeder gewünschten
Ausführung
für alle
Verwendungszwecke



DOMINITWERKE
AKTIENGESELLSCHAFT
TRANSFORMATORENWERK DORTMUND

Vorbildliche Feuchtraum-Anlagen mit GURO-Kabelleitungen D.R.P.

Der Aufbau der Guro-Kabelleitungen wurde vor annähernd 10 Jahren ausschließlich nach Qualitätsgrundsätzen festgelegt. Diese Konstruktion hat sich tausendfach bewährt und blieb daher bis heute unverändert. Solche Leitungen im Verein mit dem dazu entwickelten Zubehör ermöglichen der geschickten Hand des Handwerkers die Erstellung betriebsstüchtiger Anlagen. Das nebenstehende Foto aus der Praxis soll Verbrauchern und Verarbeitern Anregungen für eigene Projekte geben. Beachten Sie die Typenbezeichnung NRUR-rapid.



„Guro“-Kabelleitung in einem Mineralwasserbetrieb

PAUL JORDAN • BERLIN-STEGLITZ / ELEKTROTECHNISCHE FABRIK

Elektrotechnische Zeitschrift

An die Herren Verfasser von Aufsätzen

Um angesichts des beschränkten Raumes der ETZ möglichst zahlreiche Aufsätze unterbringen zu können und im Interesse einer raschen Veröffentlichung der Arbeiten bitten wir, daß der Gesamtumfang von Aufsätzen im allgemeinen 3 ETZ-Seiten nicht überschreitet. Eine ETZ-Seite entspricht 4 Schreibmaschinenseiten mit je 30 Zeilen zu je 60 Zeichen. — Die Urschrift soll möglichst auf DIN-A-4-Bogen eingereicht werden und links einen 5 cm breiten Rand für die Druckfertigmachung, rechts einen freien Raum von 1 bis 2 cm aufweisen. Für jedes Bild einschließlich Unterschrift sind im Mittel 20 Schreibmaschinenseiten (= $\frac{2}{3}$ Schreibmaschinenseite) in der Urschrift in Abzug zu bringen. Für jede ETZ-Seite sind im allgemeinen nicht mehr als 1 bis 2 Bilder vorzusehen. Bei der Niederschrift sind das Heft „Gestaltung technisch-wissenschaftlicher Veröffentlichungen“ und das „Kurztitelverzeichnis technisch-wissenschaftlicher Zeitschriften“ (beide im Beuth-Verlag, Berlin SW 19) sowie die Einheiten- und Formelzeichen des AEF und die DIN VDE-Schaltzeichen und Schaltbilder zu berücksichtigen.

Sonderdrucke werden nur auf rechtzeitig Bestellung und gegen Erstattung der durch den besonderen Druck entstandenen Selbstkosten geliefert. Den Verfassern von Originalbeiträgen stehen bis zu 5 Expl. des betr. vollständigen Heftes kostenfrei zur Verfügung, wenn uns ein dahingehender Wunsch bei Einsendung der Handschrift mitgeteilt wird. Nach Druck des Aufsatzes erfolgende Bestellungen von Sonderdrucken können in der Regel nicht berücksichtigt werden.

Die **Anschriften** der Wissenschaftlichen Leitung der ETZ sowie der Verfasser der Aufsätze befinden sich auf der letzten Textseite jedes Heftes.

Bezugsbedingungen

Die „Elektrotechnische Zeitschrift“ erscheint in wöchentlichen Heften und kann im In- und Ausland durch jede Sortimentsbuchhandlung und jede Postanstalt bezogen werden. Bezugspreise: jährlich RM 40,—; vierteljährlich RM 10,—; monatlich RM 3,50. Hierzu tritt bei direkter Zustellung unter Streifband das Porto bzw. beim Bezuge durch die Post (nur vierteljährlich) die postalische Bestellgebühr. Einzelheft RM 1,50 zuzügl. Porto.

An die Verbandsmitglieder und Postbezieher

Beim Ausbleiben von Heften sind Beschwerden nicht an den Verlag, den VDE oder den VDE-Bezirk, sondern sofort an das zuständige Postamt zu richten.

Bei Wohnungswechsel ist an das Postamt der alten Wohnung rechtzeitig ein Antrag auf Überweisung nach der neuen Wohnung zu stellen. Für die Überweisung ist eine Gebühr von RM 0,50 zu entrichten, wenn ein anderes Postamt in Frage kommt.

Die Mitglieder des Verbandes Deutscher Elektrotechniker haben ihren Wohnungswechsel außerdem der Geschäftsstelle ihres zuständigen Bezirkes mitzutellen, und zwar die alte und neue Anschrift.

Die Erneuerung der Abonnements muß, um Störungen in der Zustellung zu vermeiden, stets rechtzeitig seitens der Bezieher erfolgen.

Anzeigenpreise und -bedingungen

Preise: Die gewöhnliche Seite RM 272,—, $\frac{1}{2}$ -, $\frac{1}{4}$ -, $\frac{1}{8}$ -seitige Anzeigen bis herab auf eine $\frac{1}{64}$ -Seite anteilig.

Rabatt: bei jährlich

3	6	13	26	52maliger Aufnahme
3	5	10	15	20 %

Gelegenheitsanzeigen sind sogleich bei Bestellung auf Postscheckkonto 118 935 Berlin, Julius Springer, zahlbar unter gleichzeitiger entsprechender Benachrichtigung an die Anzeigenabteilung des Verlages.

Stellengesuche RM 181,30 netto die Seite; Seitenteile entsprechend. Aufnahme nach Eingang der Zahlung.

Ziffernanzeigen. Für Annahme und freie Beförderung einlaufender Angebote wird eine Gebühr von mindestens RM 1,— berechnet.

Für besondere Plätze Aufschlag nach vorheriger Vereinbarung.

Beilagen: Preis für je 1000 Beilagen (bis 25 g Gewicht) einsch. Postgebühr: RM 20,—, Zahl der erforderlichen Beilagen auf Anfrage.

Erfüllungsort für beide Teile Berlin-Mitte.

Schluß der Anzeigenannahme: Montag vormittag 8 Uhr

Geschäftlicher Verkehr

Zuschriften und Sendungen für Anzeigen, Beilagen, Sonderdrucke und sonstige geschäftliche Fragen an die Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9, Linkstr. 22-24. Drahtanschrift: Springerbuch Berlin. Fernsprecher: 21 81 11. — **Bankkonten:** Reichsbank-Girokonto: Deutsche Bank, Depositenkasse C, Berlin W 9, Berliner Handels-Gesellschaft, Berlin W 8. **Postscheckkonto:** Berlin Nr. 118 935. Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9.



Kabelwerk Duisburg

DUISBURG / FERNSPRECHER 34521

Altbewährte Spezialfabrik für

Starkstromkabel

aller Spannungen

Stauchschutz-Dehnungskabel

Fernkabel

Fernsprechkabel

mit Pupinspulenausrüstung

Isolierte Leitungen

für alle Zwecke der Elektrotechnik

Isolierrohre

mit verbleitem Eisenmantel und aluminiumplattiertem Eisenmantel und Zubehör

Stahlpanzerrohre

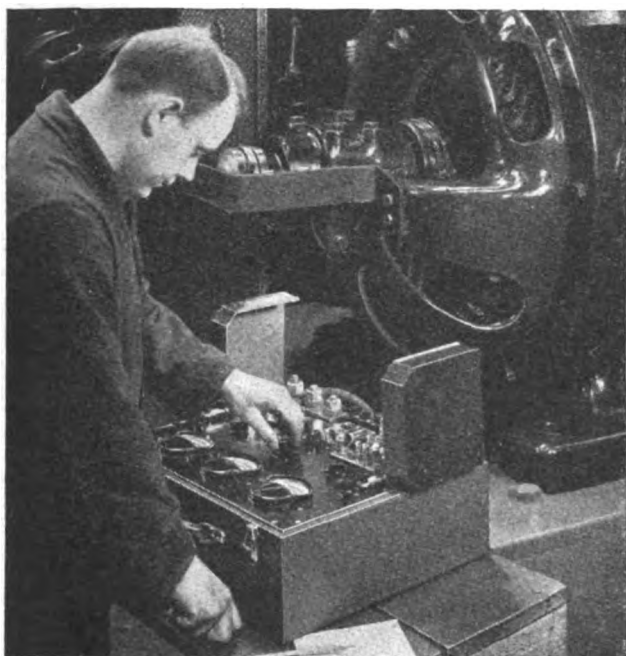
und Zubehör



Wie messen wir heute?

Leistung bei Wechsel- und Drehstrom

23 205



Z-Meßkoffer für Wechselstrom-Leistungsmessungen
bei der Überprüfung einer Maschine



Astatischer Präzisions-Leistungsmesser
auf einem Eichplatz im Prüflamt

Wer öfter wattmetrische Messungen im Betrieb auszuführen hat, benutzt mit Vorteil den meßfertig geschalteten **Z-Meßkoffer für Wechselstrom-Leistungsmessungen**. Mit seinen eingebauten Instrumenten, Stromwandlern und Vorwiderständen für viele Meßbereiche bis 600 A bzw. 650 V ermöglicht er ebenso schnelles wie sicheres Messen von Einphasenstrom und Drehstrom gleicher und beliebiger Belastung mit einer stets gleichen Genauigkeit von $\pm 1\%$.

Für die gesteigerten Ansprüche des Prüfamtes und Laboratoriums an die Meßgenauigkeit sowie an die Unempfindlichkeit gegen homogene Fremdfelder wurden die **astatischen Präzisions-Leistungsmesser** geschaffen. Durch die astatiche Schaltung ihrer beiden eisenlosen elektrodynamischen Meßwerke ist der Fremdfeldeinfluß auch unter ungünstigsten Verhältnissen äußerst gering (kleiner als $\pm 0,3\%$ bei 5 Gauß, bezogen auf Endausschlag).

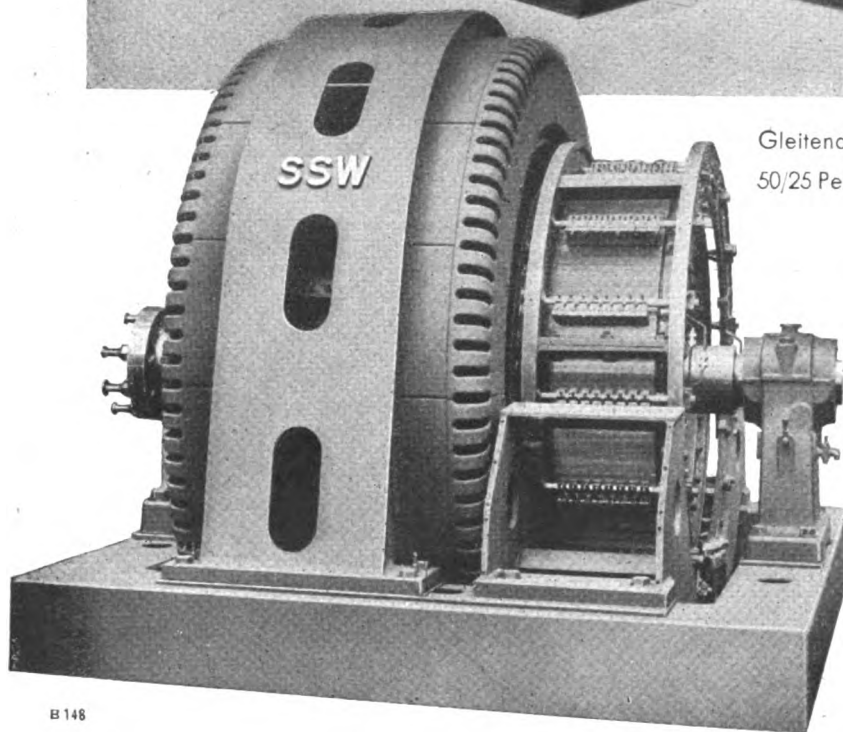
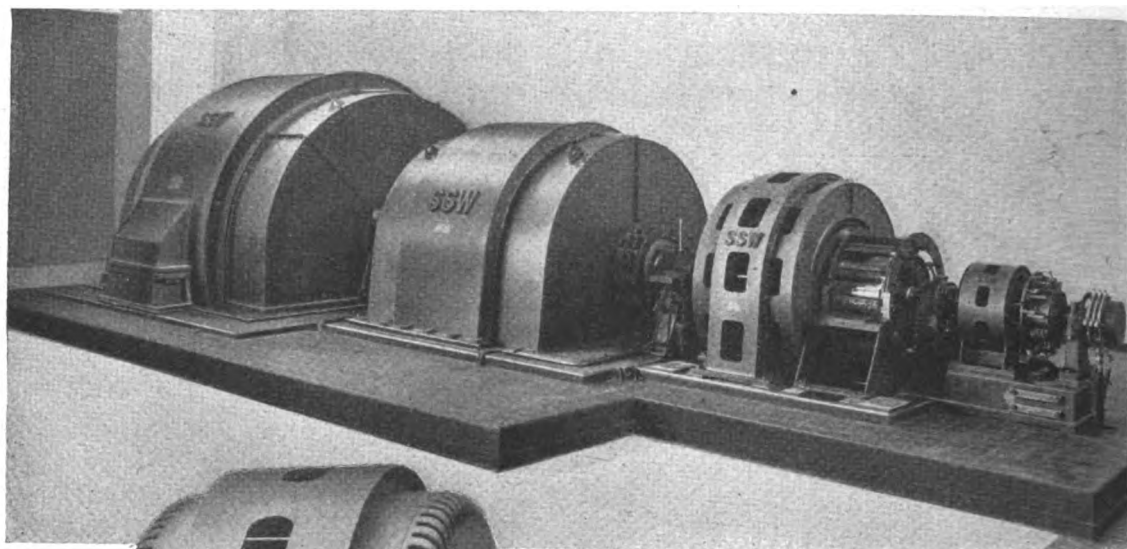
Nähere Auskunft und Drucksachen von

SIEMENS & HALSKE AG · WERNERWERK · BERLIN-SIEMENSSTADT



Netzkupplung durch Frequenzumformer

zur Versorgung von Vollbahnen aus Landesnetzen



B 148

Gleitender Netzkupplungsumformer 8600 kVA,
50/25 Per/s, im Unterwerk Barmbeck der HEW

Drehstrom-Kommutator-Hinter-
maschine nach Siemens-Lydall,
850 kVA, 490 V, 1000 A, 3 Per/s,
für $\pm 6\%$ Drehzahlregelung eines
10000 kW-Netzkupplungs-
umformers 50/16 $\frac{2}{3}$ Per/s

Beliebige Lastaufteilung

Höchste Betriebssicherheit

Spitzendeckung

Wirtschaftlichkeit und Einfachheit

Last- und Frequenzbegrenzung

SIEMENS-SCHUCKERTWERKE AG · ABTEILUNG BAHNEN
BERLIN · SIEMENSSTADT

AEG-Trockengleichrichter für gewerbliche Ladeanlagen

Mitteilung der AEG.

In gewerblichen Ladeanlagen muß das Ladegerät so eingerichtet sein, daß Batterien mit 4, 6, 8 und 12 V bzw. eine Anzahl von in Reihe geschalteten Batterien derselben Spannung gleichzeitig geladen werden können. Die AEG hat für diesen Zweck umschaltbare Ladegleichrichter entwickelt, und zwar werden drei verschiedene Bauarten mit einem Ladestrom von 1, 3, 5 und 10 A hergestellt.

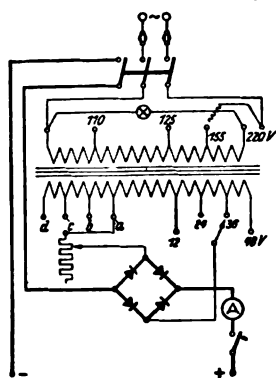


Abb. 1. Schaltung eines AEG-Trockengleichrichters für gewerbliche Ladeanlagen

Die Innenschaltung der Trockengleichrichter - Geräte für diesen Verwendungszweck ist aus Abb. 1 zu ersehen. Jedes Gleichrichtergerät ist für den einphasigen Primäranschluß an 110 V, umklemmbar auf 125, 155 und 220 V, 50 Hz eingerichtet; man kann also das Gleichrichtergerät bei etwaigen Netzumstellungen stets weiter verwenden. Der Umspanner hat vier Anzapfungen für den späteren Ausgleich von geringen Alterungserscheinungen, die sich nach einem 5000 ... 10 000 stündigen Betrieb der Gleichrichterplatten zeigen, so daß das Gerät nach diesem Zeitraum noch

voll betriebsfähig ist. Weitere vier Anzapfungen werden zu einem Stufenschalter geführt, über den der Trockengleichrichter verschiedene Sekundärspannungen erhält, so daß sich der Gleichrichter wahlweise für die Ladung von Batterien verschiedener Spannung verwenden läßt. Die Stufen sind so gewählt, daß der Nennstrom jeweils bei einer Spannung von 14, 28, 42 oder 56 V vorhanden ist. Durch den eingebauten Regelwiderstand läßt sich die Spannung der untersten Stufe bei Nennstrom soweit herabsetzen, daß noch ein einzelner 4-V-Sammler geladen werden kann. Auch alle anderen Zwischenspannungen können durch den Regelwiderstand eingestellt werden. Im Primärkreis sind doppelpolige Schraubensicherungen angeordnet, während ein Sonder-Elfa-Überstromschalter im Gleichstromkreis für den Schutz des Gleichrichtersystems vor einer unzulässigen Überlastung vorgesehen ist. Ein dreipoliger Paketschalter ist so eingebaut, daß der Netzstromkreis doppelpolig und gleichzeitig der Gleichstromkreis einpolig geöffnet oder geschlossen werden können. Die eingebaute Glühlampe leuchtet auf, wenn das Gleichrichtergerät unter Spannung steht. Der jeweils eingestellte Ladestrom läßt sich an einem eingebauten Drehspul-Strommesser bequem ablesen.

Die Gleichrichtergeräte sind für Wandbefestigung gebaut und können bei Raumtemperaturen bis 30° C verwendet werden. Im übrigen sind die Geräte für 24stündigen Dauerbetrieb ausgelegt und genügen den VDE-Bestimmungen. Der Rundfunkempfang wird nicht gestört. Da alle erforderlichen Einzelteile in dem Gleichrichtergerät untergebracht sind, ist eine zusätzliche Schalttafel nicht erforderlich.

Außer Bleibatterien können auch bis 10 in Reihe geschaltete Edison-Sammler mit einer Nennspannung von je 4,8 V (4 Einzelzellen in Reihe) aufgeladen werden. Die Ladestromstärke fällt gegen Ende der Ladung selbsttätig auf rd. 30% des Nennstromes ab, so daß eine schonende Aufladung der Batterie gewährleistet ist. Die Stufenspannungen sind so gewählt, daß ein Spannungsabfall bis zu 3% in den Ladeleitungen gedeckt wird.

In Abb. 2 sind die drei gebräuchlichsten Größen der beschriebenen Ladegeräte dargestellt. Das kleinste Gerät mit einem Ladestrom von 1 A wird gewöhnlich für die Ladung von Motorradbatterien benutzt; das Gleichrichtergerät für einen Ladestrom von 3,5 A wird für die Ladung von kleineren Auto-Batterien verwendet, während das Gerät für 10 A Ladestrom für die Ladung größerer Fahrzeugbatterien dient. Der eingebaute Widerstand ist so bemessen, daß jedes Gerät auch für die Ladung der nächst kleineren Batterieart verwendet werden kann, z. B. eignet sich das Gleichrichtergerät mit einem Ladestrom von 3,5 A auch für die Aufladung von 6-V-Batterien mit einem Ladestrom von nur 1 A.

Außer diesen genormten Ladegleichrichter-Geräten werden von der AEG auch Gleichrichtergeräte größerer Leistung für gewerbliche Ladeanlagen hergestellt, wobei Sonderwünsche berücksichtigt werden können.

Die AEG-Trockengleichrichter haben in vielen Verwendungsgebieten ihre unbedingte Zuverlässigkeit und

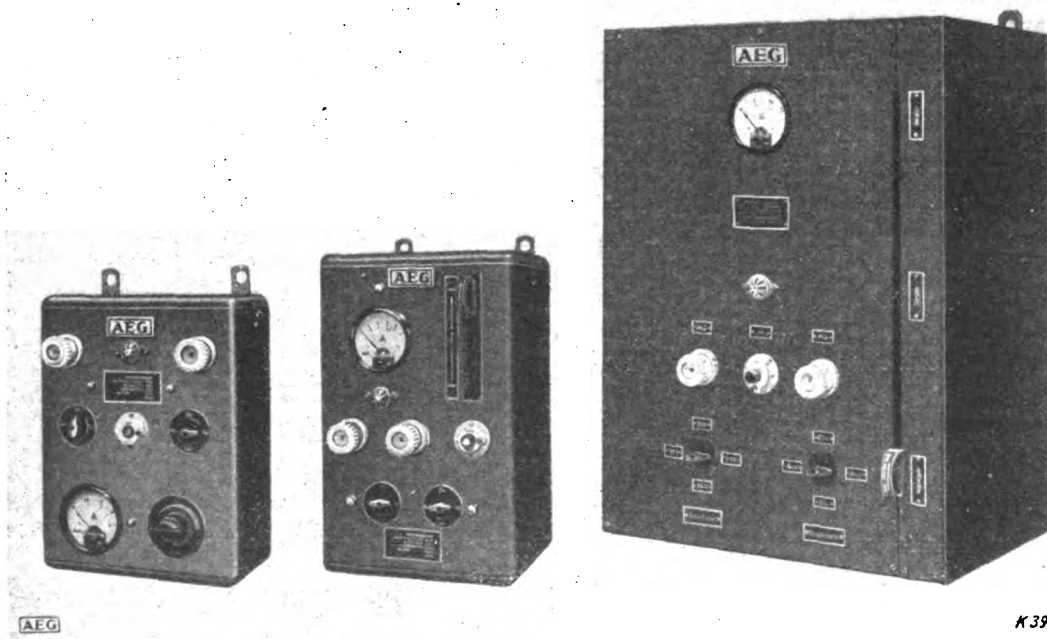


Abb. 2. AEG-Trockengleichrichter für gewerbliche Ladeanlagen für einen Ladestrom von 1, 3, 5 und 10 A

Betriebsicherheit bewiesen. Sie werden heute in großer Zahl für die Aufladung von Batterien, für die Speisung von Elektromagneten, für die Stromversorgung kleiner Gleichstrommotoren aus dem Wechselstromnetz und für viele andere Zwecke verwendet.

Stellengesuche

Im Ausland tätiger, sudetendeutscher

BETRIEBSINGENIEUR

mit langjähr. Praxis in Reparaturwerken und in der Wickelei einer Weltfirma, mit gedieg. Kenntn. u. Erfahrungen im Mittel- u. Großmaschinenbau, sucht ausbaufäh. Wirkungskreis im In- od. Ausland. Gegebenenf. mittätige Beteilig. an Reparaturwerk od. Interessenvertret. leistungsf. Firmen f. d. Tschechoslowakei. Zuschr. erb. unt. E. 945 an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Elektromeister, gelernter Schlosser, Absolvent der Staatl. Maschinenbauschule, Dbg. (Reifezeugnis), 36 Jahre, mit reichen Erfahrungen in der Installation von Starkstromanlagen in Hoch- und Niederspannung sowie Entwurf und Kalkulation, vertraut mit den VDE-Vorschriften, Mitglied VDE Gau Hansa, Führerschein 3b, wünscht sich zum April 38 zu veränd. Angeb. erbittet H. Lehmann, Hamburg 33, Rübenkamp 82b. [953]

Tüchtiger Elektro-Uhrmacher

mit Auslandsindustriepaxisucht in der Elektro- oder Rüstungsindustrie Vertrauensposten evtl. auch als Assistent beim Meister od. i. Büro. G. Neumann, Glashütte i. Sa., Lengestr. 13 [948]

Wir bitten bei Einkäufen und Bestellungen auf die

ETZ

Bezug zu nehmen!

Stellenangebote

Elektro-Ingenieur

mit Fachschulbildung, möglichst mit Praxis im Kleintransformatorenbau gesucht.

Bewerbungen mit Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschriften und Angabe der Gehaltsansprüche nebst frühestem Eintrittstermin erbeten an [950]

Joh. Schlenker-Maier

Elektrotechnische Fabrik Schwenningen a. N.

Technischer Physiker

mit abgeschl. Hochschulbildung u. besonderer Ausbildung in Elektroakustik und Fernmeldetechnik gesucht.

Bewerbungen mit selbstgeschr. Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild, Gehaltsforderung u. Angabe des frühesten Eintrittstermins, unter Kenn-Nr. 149 an das Personalbüro der [933]

ELECTROACUSTIC G. m. b. H., KIEL.

Für unser Kabel-Prüffeld suchen wir einen

jüngeren Ingenieur

möglichst mit Erfahrungen in der Prüfung von Stark- und Schwachstromkabeln. Ausführl. Bewerbungen mit Lebenslauf, Zeugnisabschr. u. Angabe d. Gehaltsanspr. an

BAYERISCHES KABELWERK [934]

Riffelmacher & Engelhardt A.-G., Roth bei Nürnberg.



Wir suchen:

1. Dipl.-Ingenieure und Fachschul-Ingenieure

für hochfrequenztechnischen Gerätebau, Kleinsender- und Empfängerbau.

Bedingung: Gute Kenntnisse der allgemeinen Elektrotechnik.

2. Konstrukteure

a) für Apparatebau (drahtlose Telegraphie)

b) für das Gebiet der Massenfertigung im Apparatebau

3. Physiker oder Dipl.-Ing.

für hochfrequenztechnische Forschung mit Kenntnissen und Erfahrungen auf dem Gebiete der Hochfrequenzschaltungen.

4. Laborantinnen oder

Physikerinnen für Prüffelder.

5. Erstklassige

Export-Kaufleute

6. Kaufleute

aus der Elektro-Industrie für Kartei- und Kalkulations-Arbeiten.

Ausführliche Bewerbungen mit Angabe der Kennnummer erbeten an:

TELEFUNKEN

Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H.
Berlin SW 11, Hallesches Ufer 30 [964]

Wir suchen per sofort oder später einen

jüngeren ELEKTROINGENIEUR

mit Kenntnissen der Hochspannungs- und Installationstechnik zur Ausarbeitung von Angeboten. — Handschriftliche Bewerbungen unt. Beifügung von Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Gehaltsansprüchen, Eintrittstermin u. Lichtbild sind zu richten an:

Osram-Phillips Neon Aktiengesellschaft (OPHINAG)

Berlin SW 68, Puttkamerstraße 16-18

Personal-Abteilung [969]

Für Wartungs- und Reparaturdienst unseres umfangreichen Maschinenparkes suchen wir

jg. strebsamen Betriebs-Ingenieur

mit abgeschlossener Fachschulausbildung. Herren, die mehrjährige Praxis nachweisen können, werden gebet., Angebote mit Zeugnisabschr., Lichtbild usw. einzureichen an

Continental Gummi-Werke A.-G., Hannover [957]

Personal-Abteilung

Prüfstände für Verbrennungsmotoren.

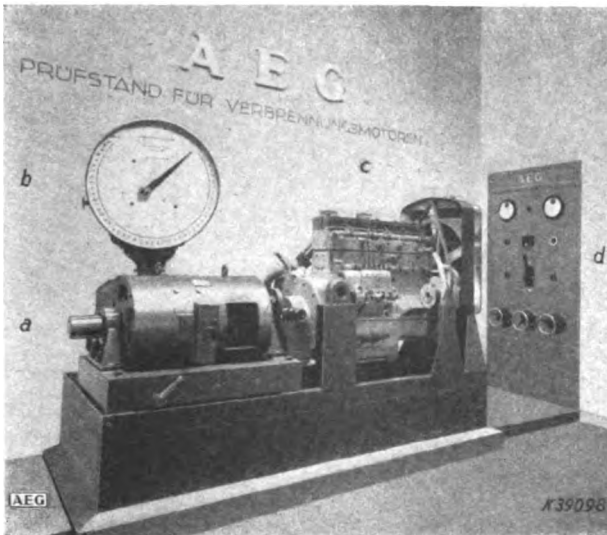
Mitteilung der AEG.

Durch gewissenhafte Prüfung der fertigen Erzeugnisse soll die Herstellung überwacht und darüber hinaus die Entwicklung neuer, verbesserter Bauarten angeregt werden. Insbesondere müssen die hochbeanspruchten Verbrennungsmotoren, bevor sie das Herstellerwerk verlassen, eingehend auf Leistung und Zuverlässigkeit ge-

bremste Energie kann bei dem hohen Wirkungsgrad elektrischer Maschinen fast vollständig durch Rücklieferung in das Werknetz wieder nutzbar gemacht werden. Durch die Ersparnisse infolge der Stromrückgewinnung können die u. U. höheren Beschaffungskosten einer elektrischen Pendelbremse gegenüber Bremsen anderer Art in kurzer Zeit abgedeckt werden.

Für die Leistungsbestimmung stehen Einrichtungen verschiedener Art zur Verfügung. Abb. 2 zeigt eine Meßtafel für die Messung und Aufzeichnung von Drehmoment und Drehzahl. Für die Drehzahlmessung werden der elektrische Geber mit Anzeigergerät und für die Drehmomentmessung die selbsttätige Neigungswaage (Abb. 1b und 2a) benutzt. Mit ihnen lassen sich Leistungsmessungen großer Genauigkeit erzielen. Dazu hat die AEG ein Schreibgerät (Abb. 2c) entwickelt, das den Verlauf von Drehzahl und Drehmoment während des ganzen Probelaufes nebeneinander auf demselben Schreibstreifen aufzeichnet, wodurch sich ein besonderer Prüfbericht erübrigt.

In vielen Fällen muß der Prüfstand auch für die wärmetechnische Überwachung des Prüflings erweitert werden. Hierzu gehören in erster Linie Fernmeßeinrichtungen für die Temperatur an den verschie-



a = Pendelbremse b = Neigungs-Schnellwaage
c = Verbrennungsmotor d = Schalttafel

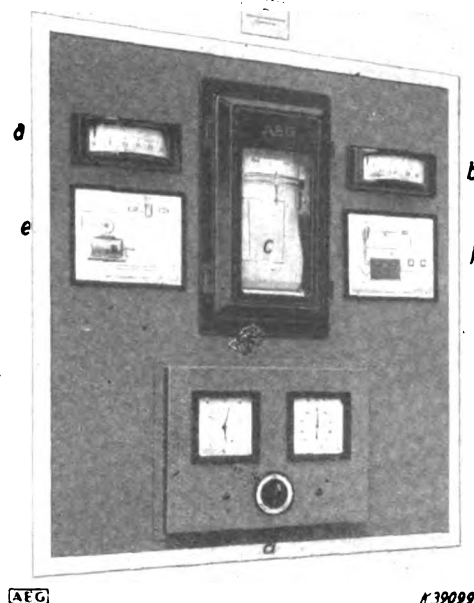
Abb. 1. Kraftwagenmotor mit AEG-Pendelbremse 100 PS, 3500 4500 U. min.

prüft werden. Die AEG hat hierfür Prüfstände (Abb. 1) entwickelt, die sich im Betrieb gut bewährt haben.

Der Verbrennungsmotor wird auf dem Prüfstand zunächst ohne Brennstoffzufuhr durch eine fremde Kraftquelle bei niedrigen Drehzahlen angetrieben, damit sämtliche Lager und die Kolbenbahnen gut einlaufen. Darauf folgt eine Zeitlang Leerlauf aus eigener Kraft und als Hauptteil der Prüfung der Lastlauf mit allmählich gesteigerter Drehzahl und Belastung. Für diese Prüfungsvorgänge bewährt sich die elektrische Pendelbremse a vorzüglich. Das Gehäuse der Pendelbremse ruht pendelnd in Lagerböcken. Durch Anschläge wird der Gehäuseausschlag begrenzt; das Drehmoment wird durch eine Waage b ermittelt. Die Leistung an der Welle wird in bekannter Weise durch Messung der Wellendrehzahl und des Drehmomentes bestimmt, welches das Gehäuse zum Ausschlag bringt, und zwar nach der Formel:

$$N(\text{kW}) = \frac{1}{973} \cdot M_d (\text{mkg}) \cdot n (\text{min}^{-1}).$$

Die Vorteile, die sich aus der Verwendung einer elektrischen Pendelbremse ergeben, sind folgende: Bei Stromaufnahme aus dem Werknetz läuft die Pendelbremse als Motor; sie treibt den Verbrennungsmotor während der Einlaufzeit und wirft ihn bei Brennstoffzufuhr an. Die bequeme Einsatzbereitschaft der Bremse, verbunden mit der feinstufigen Drehzahlreglung zur Erzielung der richtigen Einlaufgeschwindigkeit, erleichtert diese Prüfung erheblich. Wird die Pendelbremse als Belastungsmaschine gebraucht, dann arbeitet sie in umgekehrter Leistungsrichtung als Stromerzeuger, sie kann auch hierbei für jede Last innerhalb des Drehzahlbereiches durch kleine Regler leicht und sicher eingestellt werden. Die abge-



a = Drehmoment-Anzeige, e = Schema für Drehmoment- und
b = Drehzahl-Anzeige, Drehzahlmessung,
c = Schreibgerät für Drehzahl- und f = Schema der lichtelektrischen
Drehmoment-Aufzeichnung, Drehzahl-Stichzählung.
d = Lichtelektrischer Drehzahl-
Stichzähler.

Abb. 2. Ablesestation mit Drehmoment/Drehzahl-Aufzeichnung und lichtelektrischem Drehzahl-Stichzähler.

denen Motorteilen; die zugehörigen Anzeige- und Schreibgeräte werden im Beobachtungsstand angeschlossen. Für die Erfassung des Verbrauchs an Kraftstoff, Schmierstoff und Kühlmittel können Mengen- und Druckmesser gleichfalls für Anzeige und Aufzeichnung des Meßwertes vorgesehen werden.



GOSSEN
MESSGERÄTE

findet man
in den größten Ozeanriesen
in den modernsten Flugzeugen
in den Rundfunk-
und Kurzwellensendern
in jedem Laboratorium
in Großkraftwerken
bei Forschungsexpeditionen
bei den Bastlern und
in der kleinsten Werkstatt

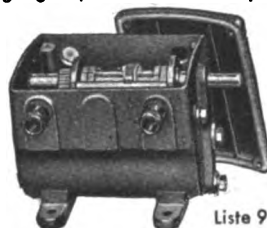
GOSSEN
Fabrik elektrischer Meßgeräte
ERLANGEN (Bayern)

Zur Leipziger Messe: Haus der Elektrotechnik, Stand 5, Erdgeschoß

ORIGINAL-ROME

Endausschalter

mit Spindel- oder Rollenhebel
gußgekapselt von 2-400 Amp.

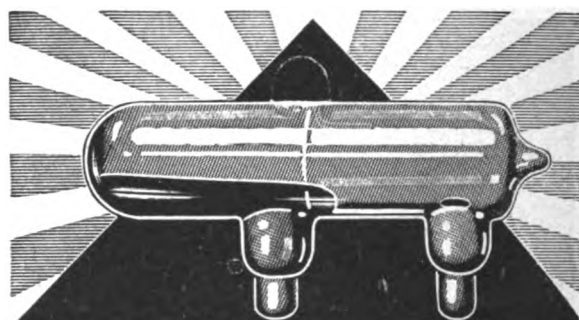


Liste 90

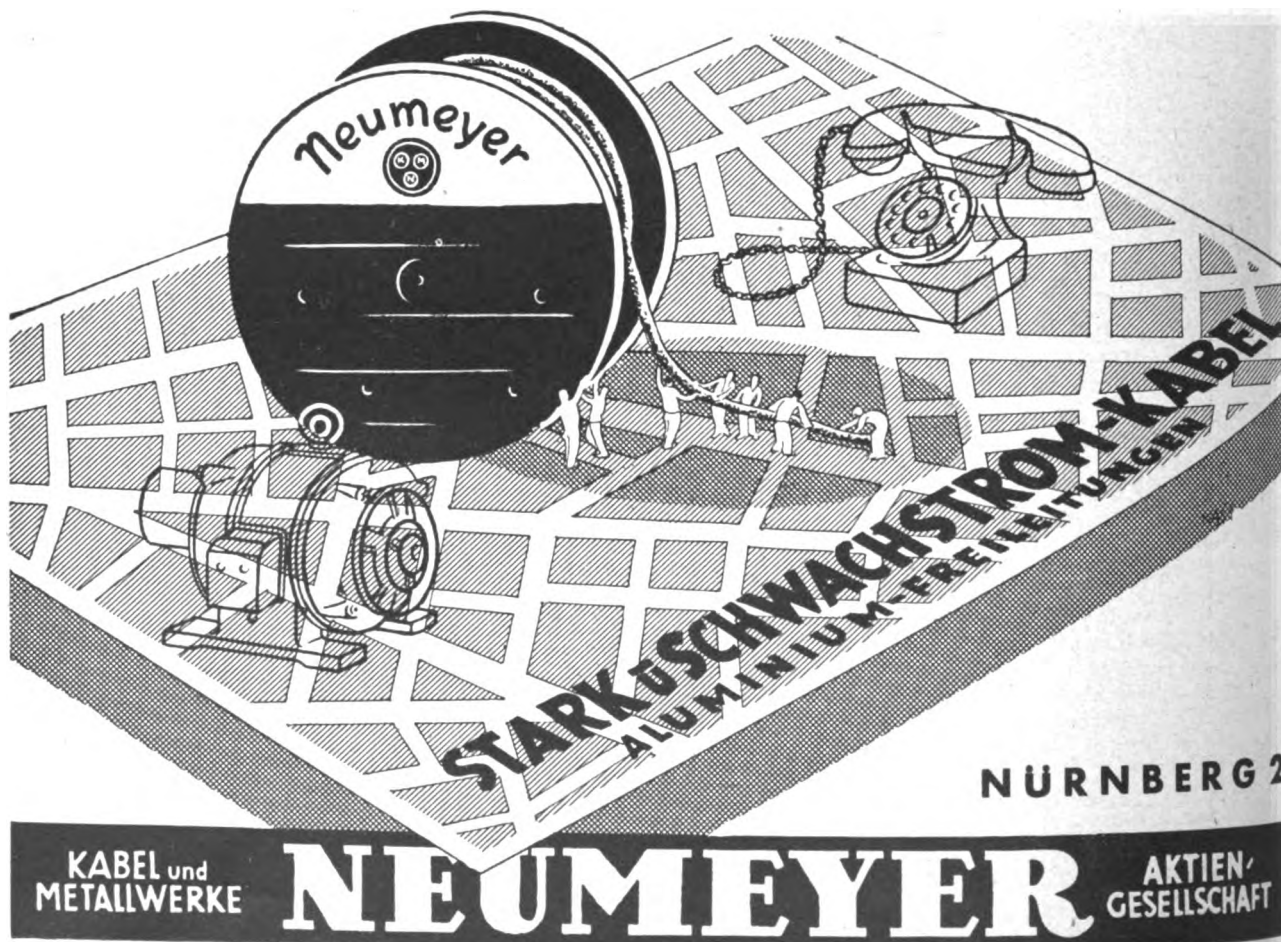
ROME, BERLIN N20. E.
Spezialfabrik elektrischer Schaltapparate

Ölmagnete

Dreh-, Einphasen- und Gleich-
strom, Hub-Feineinstellung DRP.



Quecksilberschaltröhren in allen Ausführungen
W. GÜNTHER, NÜRNBERG/S
Spezial-Fabrik für Quecksilber-Schaltröhren



Neumeyer

STARKSCHWACHSTROM-KABEL
ALUMINIUM-FREILEITUNGEN

NÜRNBERG 2

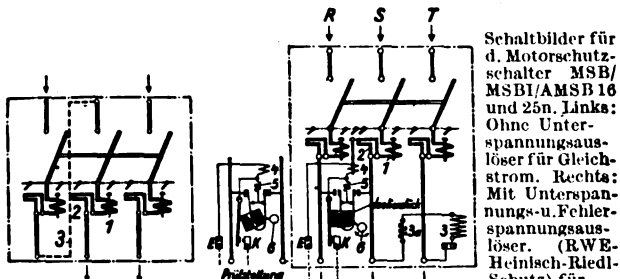
KABEL und METALLWERKE NEUMEYER AKTIEN-GESELLSCHAFT

Gekapselte Kleinmotorschutzschalter MSBI/AMSB 16 und 25n für Handbetätigung.

Mitteilung der AEG.

Die bekannten Motor-Schutzschalter mit Bimetallauslösern Form MSB 16 und MSB 25n¹⁾ für kleinere Motoren mit Nennströmen bis 16 bzw. 25 A, 500 VDs oder 440 V Gs werden auch als Form MSBI in isoliergekapselter Ausführung und als Form AMSB in Gußgehäuse geliefert.

Trotz der kleinen Abmessungen ist auf gute Anschlußmöglichkeit Wert gelegt worden, so daß Leitungen bis 6 mm² bei der Ausführung MSBI 16 und bis 10 mm² bei MSBI 25n leicht angeschlossen werden können. Unter dem Hohlsockel können die Leitungen hinter dem



- Abb. 1.
 1 = Elektromagnetischer Schnell-auslöser
 2 = Wärme- (Bimetall-) Auslöser
 3 = Unterspannungsauslöser
 3a = Vorwiderstand für 3 (nur über 220 V Gs. oder 240 V Gs.)
 4 = Fehlerspannungspule
 5 = Prüfwiderstand
 6 = Prüfgreif (zum Prüfen der Zuverlässigkeit nach rechts oder nach links drehen)
 E = Anschlußklemme für Hilfserde
 K = Anschlußklemme für Körper

Aufbau und Wirkungsweise dieser Geräte sind aus den Schaltbildern (Abb. 1) zu entnehmen.

Die isoliergekapselte Ausführung MSBI, für deren Gehäuse Heimstoffe verwendet werden, bietet eine Reihe von Vorteilen. Unter diesen sind besonders hervorzuheben: der größere Schutz des Bedienenden gegen Berührungsspannungen, die damit verbundenen Ersparnisse für die fortfallende Erdung des Gehäuses, das geringere Gewicht, die kleinen Abmessungen und die große Widerstandsfähigkeit gegen chemische Einflüsse. Hinzu kommt noch die formschöne Durchbildung der Gehäuse.

Die isoliergekapselten Geräte sind aber nicht nur für Stellen bestimmt, an denen die vorstehend genannten Eigenschaften von den Geräten auf Grund besonderer Betriebsbedingungen verlangt werden. Sie können all-

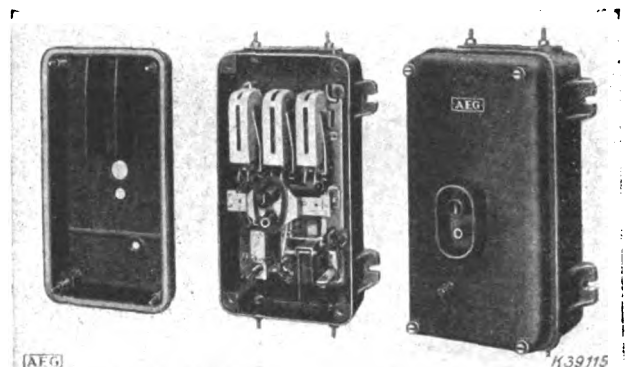


Abb. 3. Isoliergekapselter, handbetätigter Motorschutzschalter MSBI 16 bzw. 25n mit Unterspannungs- und Fehlerspannungsauslöser (RWE-Heinrich-Riedl-Schutz)

Links: Deckel mit eingelegter Gummidichtung
 Mitte: Schalter geöffnet

Rechts: Geschlossen

Schalter im Gehäuse durchgeführt werden. Dadurch ist es auch möglich, Zu- und Ableitung auf der gleichen Seite (oben oder unten) anzuordnen. Für den Anschluß eines isolierten Nulleiters ist stets eine Klemme vorgesehen.

Die Geräte werden in zwei Größen geliefert, je nachdem, ob die Ausführung ohne (Abb. 2) oder mit Unterspannungs- bzw. Fehlerspannungsauslöser (Abb. 3) gewünscht wird.

Die Geräte in Isolierkapselung entsprechen der Schutzart P 42, d. h. sie bieten Schutz gegen das Eindringen von feinem Staub und Spritzwasser sowie gegen das Berühren spannungsführender Teile.

Die gußgekapselte Ausführung AMSB (Abb. 4) hat ein kräftiges Gußgehäuse; sie ist daher auch für

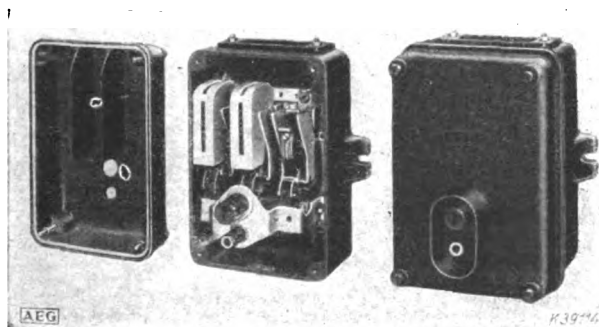


Abb. 2. Isoliergekapselter, handbetätigter Motorschutzschalter MSBI 16 bzw. 25n ohne Unterspannungsauslöser

Links: Deckel mit eingelegter Gummidichtung
 Mitte: Schalter geöffnet, eine Funkenkammer herausgenommen
 Rechts: Geschlossen

gemein verwendet, sollen aber nicht unmittelbar dem Regen ausgesetzt werden. Lediglich in schweren Betrieben, in denen mit rauher Behandlung und stärkerer, mechanischer Beanspruchung zu rechnen ist, wäre die gußgekapselte Ausführung vorzuziehen.

Die kräftigen Isoliergehäuse sind aus Tenacit, Type S, in dunkelbrauner Tönung hergestellt. Der Deckel ist gut abgedichtet und mit dem Unterkasten durch vier unverlierbare Schrauben verbunden. Die Betätigungsdruckknöpfe ragen aus dem Deckel heraus und sind von einem gemeinsamen Schutzkragen umgeben. Oben und unten sind freie Flansche vorgesehen. Ein nicht benutzter Flansch wird durch eine Abschlußhaube verschlossen. Die Leitungen werden durch Anschlußstützen eingeführt.

¹⁾ s. auch AEG-Druckschrift Sa/V 40/1.

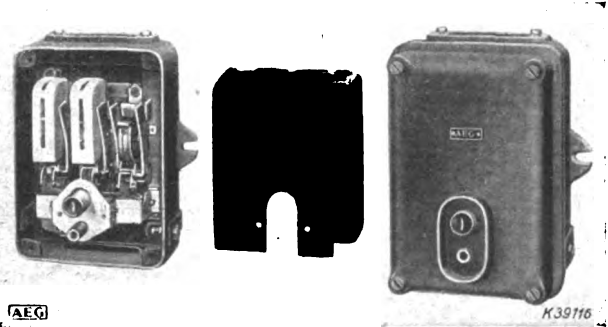


Abb. 4. Gußgekapselter, handbetätigter Motorschutzschalter AMSB 16 bzw. 25n ohne Unterspannungsauslöser

Links: Schalter offen, Isolierabdeckung und rechte Funkenkammer herausgenommen
 Mitte: Herausgenommene Isolierabdeckung
 Rechts: Geschlossen

schwere und rauhe Betriebe geeignet. Das Gußgehäuse hat innen und außen je eine Schraube für den Anschluß der Erdleitung. Für Deckel, Abdichtung, Druckknöpfe, Flanschen, Hohlsockel, Leitungsanschlüsse, Nulleiterklemmen sowie Schutzart gilt das gleiche wie für MSBI.

Die gußgekapselten Geräte werden in drei Größen geliefert. Es gibt je ein Gehäuse für AMSB 16 und AMSB 25 n ohne Unterspannungs- und Fehlerspannungsauslöser (RWE-Heinrich-Riedl-Schutz) sowie ein drittes Gehäuse für AMSB 16 oder AMSB 25n mit Unterspannungs- bzw. Fehlerspannungsauslöser.

Die isoliergekapselte Bauform MSBI sowie die gußgekapselte Bauform AMSB eignen sich nicht nur für Einzelanbringung, sondern auch für den Anbau an gekapselte Anlagen.

Stellengesuche

Elektrotechniker

Sudetendeutscher, Absolv. einer 4jähr. techn. Lehranst. f. Elektrotechnik, sucht Anfangsstellung in Büro oder Werkstatt zur Weiterbildung. Guter Mathematik., z. Z. als kaufm. Angestellter tätig.

Zuschr. an M. Vogl, Rohr, Post Wildstein b. Eger, CSR. [1025]

Elektro-Ingenieur

24 J., led., Absolv. zweier H.T.L. zu Berlin, Elektromaschinenbau-Meister, zul. 9 Mon. als Berechn.-Ing. tätig, sucht nach s. militär. Übung ab 3. 3. passende Stellung. Gute Zeugn. Angeb. erb. an Kan.K.Sellin, Bln.-Lankwitz, II/Flak-Rgt. 12, 11. Batt. [1026]

Elektroingenieur

37 Jahre, seit 11 Jahren Betriebsleiter eines Städt. Elt.-Werkes, gründl. techn. Ausbildung in Elektrotechnik und Maschinenbau, große Erfahrung in der Betriebsüberwachung und Instandhaltung von Hoch-, Niederspannungs- und Maschinenanlagen, in ungekünd. Stellung, sucht entwicklungsfähigeren, evtl. leitenden Posten in größ. Städt. Elt.-Werk, oder bei Behörden und Industrie. Angebote an [1035]

L. Forster, Bärnau, Oberpfalz (bayerische Ostmark).

Zivilingenieur

[1034]

Akad., Pg., Res.-Offiz. a. D., 60 J. alt, körperl. und geistig durchaus rüstig, seit 1920 in Madrid als Vertr. deutsch. elektrotechn. Spezialfirmen bis zum Revolutionsausbr. m. großem Erfolg tätig gewes., Spezialist für den Bau von Hochspannungs- u. Niederspannungs-Schaltanlagen, elektr. Fernsteuerungs- u. Lichttrufanlagen, repräsent. Erscheinung, gewandt im Verkehr mit der Kundschaft, insbesond. mit Behörden, sucht gestützt auf beste Empfehlungen, eine passende leitende Stellung im Außendienst. Sprachkenntnisse: Spanisch u. Französisch. Gefl. Angeb. erb. an Paul Fluhrer, Breslau 16, Wilhelmshafner Str. 83.

Stellenangebote

Steinkohlen-Bergwerk im Ruhrgebiet sucht zum baldigen Eintritt:

1. Elektro-Ingenieur als Betriebsassistent für im Bau befindliches Dampfkraftwerk mit abgeschlossener Fachschulbildung und umfassenden Kenntnissen in der Erstellung und im Betrieb aller elektrischen Anlagen eines Kraftwerks. Bewerber, die außerdem noch Erfahrungen im Betrieb moderner Kesselanlagen nachweisen, erhalten den Vorzug.
2. Elektro-Ingenieur als Assistent für Büro und Betrieb, vertraut mit der Instandhaltung von elektrischen Anlagen im Zechenbetrieb über Tage. Bedingung: abgeschlossene Fachschulbildung und Elektro-Meisterprüfung vor einer Handwerkskammer. Erwünscht, jedoch nicht Bedingung: Praxis in der Ankerwerkelei sowie in der Fehlerortbestimmung in Kabelnetzen.

Ausführliche Bewerbungen mit Lichtbild, Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Gehaltsansprüchen und frühestem Eintrittstermin erbeten an die [1040]

Deutsche Erdöl-Aktiengesellschaft, Zechen Graf Bismarck u. Königgrube, Gelsenkirchen-Bismarck.

Jüngerer Elektrotechniker

gesucht, der vertraut ist mit der Anfertigung von Konzessionszeichnungen sowie Kenntnisse im Entwurf von Hoch- und Niederspannungsschaltanlagen einschl. der zugehörigen Kabelnetze besitzt.

Bewerbungen mit selbstgeschriebenem Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschriften, Angabe der Gehaltsansprüche und des frühesten Eintrittstermins sind zu richten an

Klößner-Werke A.-G., Abt. Bergbau, Castrop-Rauxel 2. [1031]

AEG

sucht zum baldigen Eintritt:

junge Diplom-Ingenieure

Fachrichtung Elektrotechnik, in Anfangsstellung.

Kennwort Cv 269

jüngeren Ingenieur

Fachrichtung Elektrotechnik, mit guter Auffassungsgabe zur Bearbeitung von Normen- und Prüfvorschriften, Schutzrechts- und Entwicklungsfragen. Erfahrungen auf dem Gebiet der Kleingeräte und des Installationsmaterials erwünscht.

Kennwort Cv 270

jüngeren Fachschul-Ingenieur

für Akquisitionstätigkeit in der Provinz Brandenburg und Grenzmark. Es kommen nur Bewerber aus der Elektrobranche in Betracht, die Fachkenntnisse und Erfolge in dieser Tätigkeit nachweisen können.

Kennwort Z 5

Konstrukteure

für Elektromotoren und Starkstromapparate.

Kennwort M 206

Schriftliche Angebote mit ausführlichem Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild, Gehaltsansprüchen, frühestem Eintrittstermin und Angabe des Kennwortes an [616]

Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft

Personal-Verwaltung

Berlin NW 40

Für unsere Elektrizitätswerke wird ein

jüngerer Diplom-Ingenieur

Fachrichtung Elektrotechnik, zur baldmöglichen Einstellung für Werbung und Bearbeitung von Tariffragen gesucht. Gefordert werden eine gründl. Fachausbildung u. gute Kenntnisse auf den wichtigsten Gebieten der Elektrotechnik und ihrer Anwendung in Industrie und Gewerbe, eingehende Erfahrungen auf dem Tarifgebiet und in der Werbung industrieller Abnehmer. Eignung für den Außendienst und für Vortrags-Tätigkeit ist Voraussetzung. Erforderlich ist die Beibringung des Nachweises der arischen Abstammung u. daß in politischer Hinsicht keine Hinderungsgründe bestehen. Bewerbungen mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild, Gehaltsansprüchen u. Angabe des frühesten Eintrittstermins werden erbeten an die [1024]

Dresdner Gas-, Wasser- und Elektrizitätswerke AG.
Dresden-A. 1, Am See 2/II, Personalabteilung.

AEG

Jüngerer Elektro-Ingenieur

zur Bearbeitung von Angeboten auf Schaltanlagen und Großinstallationen zum 1. 4. 38 gesucht.

Montageingenieur

zur Überwachung und Leitung von Kraft- und Lichtinstallationen und größeren Kraftwerks- und Industrieanlagen zum baldigen Eintritt gesucht.

Angebote mit Lebenslauf, Lichtbild und Zeugnisabschriften an [1022]

ALLGEMEINE ELEKTRIZITÄTS-GESELLSCHAFT
Büro Kiel, Kiel, Holstenbrücke 12.

Fahrbare Stoßanlagen.

Mitteilung der AEG.

Eine Voraussetzung für die vielseitige Verwendungsmöglichkeit von Prüfeinrichtungen in Laboratorien und Prüffeldern ist ihre bequeme Handhabung am Verwendungsort. Diese Forderung erfüllt im besonderen Maße die AEG-Bauart des Stoßgenerators durch den gedrun-gen Aufbau in fahrbarer Ausführung.

Der Stoßgenerator soll dazu dienen, das Isolationsmaterial — die Isolatoren der Freileitung und der Schaltanlage, die Durchführungen der Meßwandler und Um-spanner, deren Wicklungen und die der Maschinen — mit ähnlichen Überspannungen zu prüfen, wie sie durch Schaltvor-gänge oder weit stärker durch at-mosphärische Einschläge in die Leitungen und deren Maste auf-treten können.

Kennzeichnend für diese als Wan-derwellen auf-tretenden Span-nungsstöße ist die große Steilheit der Wellenstirn und häufig auch die des Wellenrük-kens. — Da bei Isolatoren, die mit Wechselspannung beansprucht wer-den, im allge-

meinen der Ueberschlag vor dem Durchschlag auftritt, so stellt gerade die Stoßspannungsprüfung insofern eine wichtige Ergänzung dar, als hierbei mehr die Durch-schlagsfestigkeit erprobt wird.

Für die Erzeugung der Stoßspannung hat sich die Schaltung nach E. Marx durchgesetzt, bei welcher über Hochohmwiderstände parallel geschaltete Kondensatoren durch das gleichzeitige Zünden von Funken-strecken in Reihe geschaltet werden. Durch eine beson-dere Schaltung unter Verwendung von Zwischenkonden-satoren, die mit in das Geax-Gehäuse eingebaut werden und den äußeren Aufbau und die Bauhöhe des Stoßgene-rators nicht vergrößern, ist es möglich, praktisch unab-hängig von der Kapazität des Prüflings mit normge-rechter Wellenform zu stoßen, wobei die Höhe der Stoß-spannung nahezu die arithmetische Summe der einzelnen Stufenspannungen erreicht. Ein weiterer großer Vorteil dieser Zwischenkondensatoren ist, daß dadurch die teuren und sperrigen Hochspannungskondensatoren, die in vielen Fällen zur Erzielung eines günstigen Stoßwellenverlaufes parallel zu schalten sind, überflüssig werden.

Die gedrungene Bauart ist bei dem AEG-Stoß-generator durch Verwendung von ölprägnierten Papier-

kondensatoren in Schei-benform erreicht, die in Säulenform zusammen-gesetzt sind. Die Kondensatorengruppen sind durch isolierende Zwischenlagen voneinander getrennt, deren Bemessung der Ladespannung entspricht (Abb. 2). Die Säule ist in ein mit Öl gefülltes zy-lindrisches Gefäß aus Iso-lierstoff eingesetzt. Die zur Reihenschaltung er-forderlichen Kugelfunken-strecken sind außen am Isoliergefäß übereinander angeordnet, wobei die eine Kugelreihe von einem fest-stehenden Isolierrohr ge-tragen wird, während die andere an einem durch Motorantrieb verstell-baren Isolierrohr befestigt ist. Die unterste Funken-strecke leitet den Zünd-vorgang ein; ihre Schlag-weite kann durch eine Meßuhr angezeigt werden. Dadurch wird die Lade-spannung der während des Ladevorganges paral-lel geschalteten Kondensatoren und mithin auch die theoretische Stoß-spannung gemessen. Um den Prüfling erst im Au-genblick des Stoßes an Spannung zu legen, ist noch ein oberes Kugel-paar vorgesehen, an dessen freier Kugel die Spannung abgenommen wird.

Auch der Gleichrichter, der Abstimmwiderstand und das Bedienungspult werden fahrbar ausgeführt.

Neben einer Reihe bereits ausgeführter Stoßgenora-toren für 500 kV, 0,63 kW bis 1200 kV, 3,6 kW ist z. Z. eine fahrbare Anlage für 4000 kV gegen Erde, 6250 pF und einer Stoßleistung von etwa 50 kW im Bau.

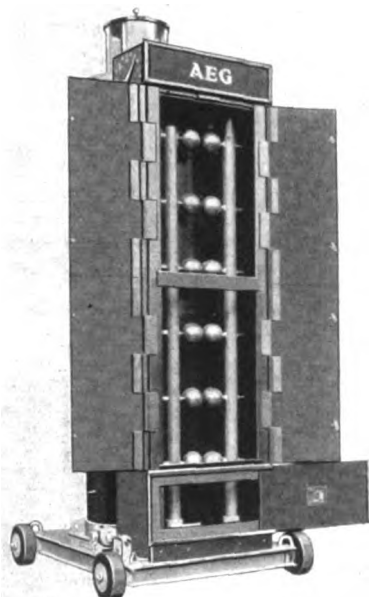


Abb. 1. Stoßgenerator für 1000 kV, 5000 pF (Schränk geöffnet).

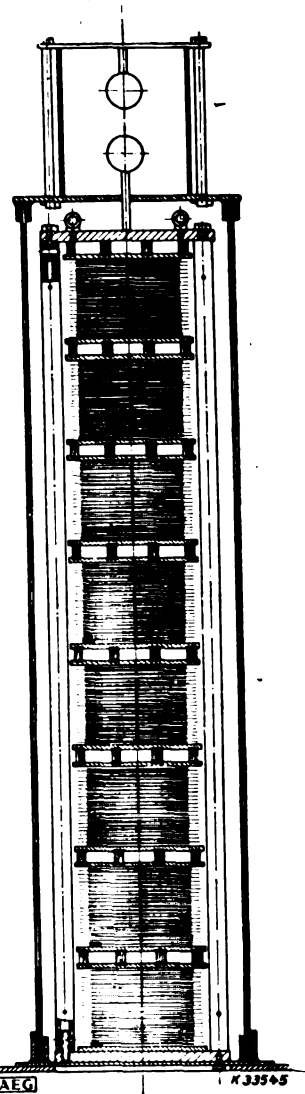


Abb. 2. Grundsätzlicher Aufbau der Kondensatoren.

Die Induktivität des Stoßkreises soll so klein wie nur möglich sein, um einwandfreie Stoßwellen ohne über-lagerte Schwingungen zu erhalten. In vollendetem Maße ist dies bei der gedrun-genen AEG-Bauart (Abb. 1) durch die zweckmäßige Anordnung der Kondensatoren und der inneren Schaltverbindungen erreicht. Da der Generator ohne Schwierigkeiten an den Prüfling herangefahren werden kann, ist schon während der Fertigung eine

NEORESIT-KUNSTHARZE

*Kunstharze in Stücken
Kunstharzfirmisse
Schnellpreßmischungen
Preßharze
Kunstharz-Schutz-
und
Edellacke*



Nach
VDE u. JFK

*Kunstharz-
Rohre und Profile
aller Art nach dem ges.
gesch. Strangpreßverfahren*

Typisiert und überwacht vom
staatlichen Materialprüfungsamt
Berlin-Dahlem

LEIPZIGER TECHNISCHE MESSE

HAUS DER ELEKTROTECHNIK • HALLE 10 • STAND 299/323

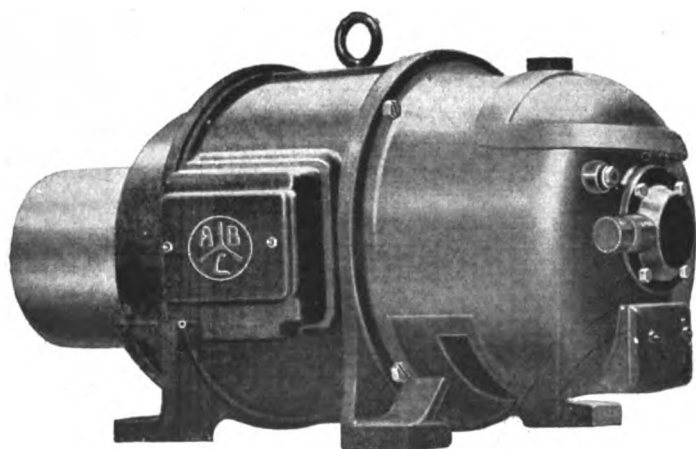
AUG. NOWACK AKTIENGESellschaft

G E G R Ü N D E T 1863

Fabrik Bautzen Drahtanschrift: Noba Bautzen Fernsprecher Bautzen 2341-2345

Verkauf: Aug. Nowack Aktiengesellschaft, Verkaufszentrale G.m.b.H., **Berlin W35, Am Karlsbad 1b**

Drahtanschrift: K o p p m o b i l - B e r l i n Fernruf Berlin Sammelnummer 22 16 07



An- und Einbaumotoren
für Werkzeugmaschinen
polumschaltbare
Motoren

Kranmotoren

Pumpenmotoren

Zentrifugенmotoren

BITTER

U · CO · KASSEL ·

Der AEG-Frequenzzeiger, ein Präzisionsmeßgerät mit vielseitiger Verwendbarkeit.

Mitteilung der AEG.

Der von der AEG entwickelte Frequenzzeiger dient zur unmittelbaren Ablesung der Frequenz, die mit den bisher bekannten Meßverfahren innerhalb eines größeren Bereiches nur indirekt durch Brückenschaltungen bestimmt werden konnte. Das Gerät beruht auf dem Prinzip der Kondensatorladung, die über Elektronenröhren von der Meßfrequenz gesteuert wird. Der Ladestrom-Mittelwert ist hierbei ein Maß für die Frequenz und kann mit einem Drehspulgerät gemessen werden, das unmittelbar in Hertz geeicht ist.

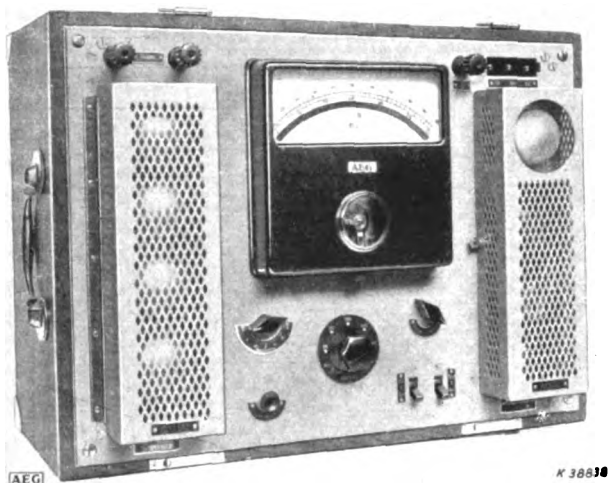


Abb. 1. AEG-Frequenzzeiger.

Das Gerät wird in Tischform und als Profilinstrument für stehenden Einbau hergestellt. Die Tischform (Abb. 1) ist in einen Holzkasten eingebaut, während die Profiform (Abb. 2) eine abnehmbare Blechkappe hat.

Das Gerät hat den großen Meßbereich von 10 Hz bis 60 000 Hz. Durch eine Unterteilung in sechs einzelne Meßbereiche wird eine hohe Ablesegenauigkeit erreicht, so daß Meßfehler bei der Tischform unter $\pm 0,5\%$, bei der Profilausführung unter $\pm 1\%$ liegen. Beim Ueberschreiten eines Mindestwertes von 0,1 V arbeitet das Gerät bis zu Spannungen von 50 V vollkommen amplitudenunabhängig. Der Klirrfaktor hat auf die Messung keinen Einfluß, solange die Oberwellen keine neuen Nulldurchgänge hervorrufen.

Diese Eigenschaften machen das Gerät zu einem unentbehrlichen Hilfsmittel für die gesamte Rundfunk- und Verstärkertechnik, da es eine bequeme Einstellung der Frequenz ermöglicht und insbesondere bei allen frequenzabhängigen Messungen, die eine Veränderung der Frequenz in kleinen Stufen erfordern, eine große Zeitersparnis mit sich bringt. Neben der genauen Frequenzbestimmung jeder Art von Schwingungserzeugern kann mit dem Gerät auch die Tonhöhe eines akustischen Tones bestimmt werden, den man mit einem Mikrofon aufnimmt. Der AEG-Frequenzzeiger leistet besonders bei der Messung von Tonschwingungen, die sehr schnell ausklingen, wertvolle Dienste, da solche Schwingungen mit anderen indirekten Frequenzmeßverfahren bisher nicht meßbar waren. Diese Schwingungen entstehen z. B. beim Anschlagen eines Stabes oder einer Scheibe. Eine Dauer der Schwingung von 1 ... 2 s genügt bereits, um ihre Tonhöhe unter Zwischenschaltung eines Mikrofons mit dem Frequenzzeiger ablesbar zu machen, so daß man aus dieser Messung Rückschlüsse auf die Abmessungen oder die Härte des Materials ziehen kann.

Soll nur ein kleiner Frequenzmeßbereich erfaßt werden, so kann man den von der Meßschaltung erzeugten Gleichstrom durch einen Gegenstrom teilweise kompensieren und erhält dadurch ein Meßgerät mit großer Ablesegenauigkeit innerhalb eines engen Frequenzbereiches. Eine solche Schaltung ist besonders für die Trägerstromtelefonie geeignet.

Auch im Hochfrequenzgebiet kann der AEG-Frequenzzeiger für viele Messungen benutzt werden. Zur Erweiterung des Meßbereiches bis 1 MHz wird ein Zusatzgerät entwickelt, in dem verschiedene im Gebiet zwischen 100 kHz und 1 MHz liegende Normalfrequenzen erzeugt werden, mit denen die unbekannte Meßfrequenz überlagert wird. Die eigentliche Frequenzmessung erfolgt dann dadurch, daß die hierbei entstehende Schwebungsfrequenz gemessen wird. Für die Ueberwachung von Sendern kann man eine in unmittelbarer Nähe der Sendefrequenz gelegene Normalfrequenz benutzen, da auch tiefe Frequenzen, bei denen die relativen Änderungen besonders groß sind, bis herab zu 10 Hz mit großer Genauigkeit vom AEG-Frequenzzeiger angezeigt werden.

Die Schwebungsmethode benutzen auch alle diejenigen zahlreichen Meßverfahren, die auf eine Induktivitäts- oder eine Kapazitätsänderung der Hochfrequenz-Schwingungskreise zurückgeführt werden. Hierunter fallen u. a. Messungen der Temperaturabhängigkeit von Kondensatoren oder von Induktivitäten, die Bestimmung von sehr kleinen Längen- oder Dickenänderungen und die Untersuchung dielektrischer und magnetischer Werkstoffe. Diese Messungen lassen sich mit dem AEG-Frequenzzeiger besonders einfach ausführen.

Erfolgt eine Frequenzänderung so kurzzeitig, daß auch der Zeiger des Meßinstrumentes infolge seiner mechanischen Trägheit ihr nicht mehr schnell genug folgen kann, so können unter Zwischenschaltung eines Gleichstromverstärkers die bei einer Frequenzänderung auftretenden Änderungen des Meßstromes im Oszillographen sichtbar gemacht werden. Dann lassen sich noch Frequenzänderungen verfolgen, die nicht schneller als in 0,1 s erfolgen.

Für Drehzahlmessungen kann der Frequenzzeiger benutzt werden, wenn durch ein auf die umlaufende Achse aufgesetztes Zackenrad, das eine feststehende Magnetspule induziert, die Umdrehungen in entsprechende Frequenzwerte umgesetzt werden. Infolge der hohen Empfindlichkeit des AEG-Frequenzzeigers ist die Einschaltung eines Verstärkers zwischen Magnetspule und Frequenzzeiger hierbei im allgemeinen nicht nötig.



Abb. 2. AEG-Frequenzzeiger für Gestelleinbau.

Ein Vorteil des AEG-Frequenzzeigers bei allen Messungen ist die Möglichkeit, die Frequenz fortlaufend aufzuzeichnen. Sowohl der Anschluß eines Punktschreibers, als auch der Betrieb eines Tintenschreibers ist möglich. Auf diese Weise lassen sich mit dem Frequenzzeiger beliebige Frequenzen selbsttätig überwachen und aufzeichnen. Beim Anschluß eines Sechsfarben-Punktschreibers lassen sich auch andere Meßgrößen, z. B. die Temperatur gleichzeitig mit der Frequenz, selbsttätig aufzeichnen, so daß die gegenseitige Abhängigkeit dieser Größen innerhalb längerer Zeiträume gemessen werden kann.



SEAG Südd. Elektrohandelsges. Gebr. Neher
Abt. Fabrikation Stuttgart-Münster

Zeitfernschalter · Schaltwerke · Steuer- und Verzögerungs-Relais u. ä.

In Leipzig: Technische Messe · Halle 4 · Stand Nr. 110



Vom Gleichstrom

zum Wechselstrom durch  Vibrator

Nürnberger Schrauben-Fabrik
G. m. b. H.
Elektrotechnische Abteilung
Nürnberg



HAGENUK

HANSEATISCHE APPARATEBAU-GESELLSCHAFT
NEUFELDT & KUHNKE G.M.B.H.
KIEL

LEIPZIGER MESSE, HAUS DER
ELEKTROTECHNIK STAND 268

BEFEHLS- U. SIGNAL-ANLAGEN
FERNSPRECH-ANLAGEN FÜR SCHIFFE UND INDUSTRIE
RUNDFUNK

REGLER FÜR SPANNUNG STROM UND LEISTUNG
TEMPERATUR-REGLER
SCHWER- u. LEICHT-METALLGUSS

HAGENUK



Vacuumtechnik

Telegramme:
Vacuumtechnik Sangerhausen

Fernsprecher:
Sangerhausen Sammel-Nr. 612

DEUTSCHE VACUUMAPPARATE
Dreyer & Holland-Merten G. m. b. H.

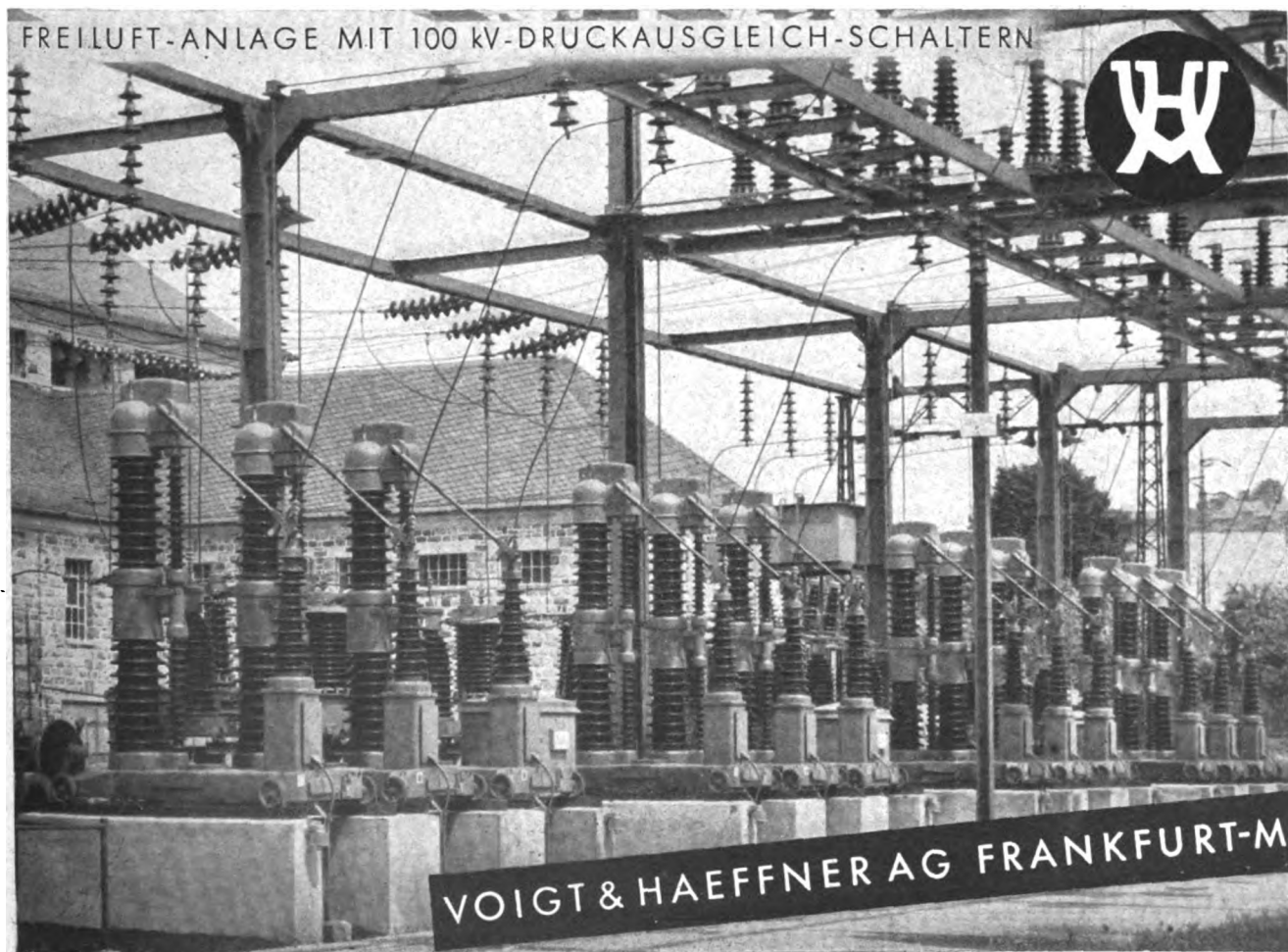
jetzt in **SANGERHAUSEN**

PORZELLANFABRIK ZU KLOSTER VEILSDORF VEILSDORF, WERRA



- Hochspannungsisolatoren
- Installationsporzellan
- Niederspannungsisolatoren
- Widerstandsporzellan

Die Spezialfabrik für technische Porzellane



Elektrotechnische Zeitschrift

An die Herren Verfasser von Aufsätzen

Um angesichts des beschränkten Raumes der ETZ möglichst zahlreiche Aufsätze unterbringen zu können und im Interesse einer raschen Veröffentlichung der Arbeiten bitten wir, daß der Gesamtumfang von Aufsätzen im allgemeinen 3 ETZ-Seiten nicht überschreitet. Eine ETZ-Seite entspricht 4 Schreibmaschinenseiten mit je 30 Zeilen zu je 60 Zeichen. -- Die Urschrift soll möglichst auf DIN-A-4-Bogen eingereicht werden und links einen 5 cm breiten Rand für die Druckfertigstellung, rechts einen freien Raum von 1 bis 2 cm aufweisen. Für jedes Bild einschließlich Unterschrift sind im Mittel 20 Schreibmaschinenseiten (= $\frac{2}{3}$ Schreibmaschinenseite) in der Urschrift in Abzug zu bringen. Für jede ETZ-Seite sind im allgemeinen nicht mehr als 1 bis 2 Bilder vorzusehen. Bei der Niederschrift sind das Heft „Gestaltung technisch-wissenschaftlicher Veröffentlichungen“ und das „Kurztitelverzeichnis technisch-wissenschaftlicher Zeitschriften“ (beide im Beuth-Verlag, Berlin SW 19) sowie die Einheiten- und Formelzeichen des AEF und die DIN VDE-Schaltzeichen und Schaltbilder zu berücksichtigen.

Sonderdrucke werden nur auf rechtzeitige Bestellung und gegen Erstattung der durch den besonderen Druck entstandenen Selbstkosten geliefert. Den Verfassern von Originalbeiträgen stehen bis zu 5 Expl. des betr. vollständigen Heftes kostenfrei zur Verfügung, wenn uns ein dahingehender Wunsch bei Einsendung der Handschrift mitgeteilt wird. Nach Druck des Aufsatzes erfolgende Bestellungen von Sonderdrucken können in der Regel nicht berücksichtigt werden.

Die **Anschriften** der Wissenschaftlichen Leitung der ETZ sowie der Verfasser der Aufsätze befinden sich auf der letzten Textseite jedes Heftes.

Bezugsbedingungen

Die „Elektrotechnische Zeitschrift“ erscheint in wöchentlichen Heften und kann im **In- und Ausland** durch jede Sortimentsbuchhandlung und jede Postanstalt bezogen werden. Bezugspreise: jährlich RM 40.--; vierteljährlich RM 10.--; monatlich RM 3,50. Hierzu tritt bei direkter Zustellung unter Streifband das Porto bzw. beim Bezuge durch die Post (nur vierteljährlich) die postalsche Bestellgebühr. Einzelheft RM 1,50 zuzügl. Porto.

An die Verbandsmitglieder und Postbezieher

Beim Ausbleiben von Heften sind Beschwerden nicht an den Verlag, den VDE oder den VDE-Bezirk, sondern sofort an das zuständige Postamt zu richten.

Bei Wohnungswechsel ist an das Postamt der alten Wohnung rechtzeitig ein Antrag auf Überweisung nach der neuen Wohnung zu stellen. Für die Überweisung ist eine Gebühr von RM 0,50 zu entrichten, wenn ein anderes Postamt in Frage kommt.

Die Mitglieder des Verbandes Deutscher Elektrotechniker haben ihren Wohnungswechsel außerdem der Geschäftsstelle ihres zuständigen Bezirkes mitzuteilen, und zwar die alte und neue Anschrift.

Die Erneuerung der Abonnements muß, um Störungen in der Zustellung zu vermeiden, stets rechtzeitig seitens der Bezahler erfolgen.

Anzeigenpreise und -bedingungen

Preise: Die gewöhnliche Seite RM 272.--, $\frac{1}{2}$ -, $\frac{1}{4}$ -, $\frac{1}{8}$ -seitige Anzeigen bis herab auf eine $\frac{1}{64}$ -Seite anteilig.

Rabatt: bei jährlich

3	6	13	26	52maliger Aufnahme
3	5	10	15	20 %

Gelegenheitsanzeigen sind sogleich bei Bestellung auf Postscheckkonto 118 935 Berlin, Julius Springer, zahlbar unter gleichzeitiger entsprechender Benachrichtigung an die Anzeigenabteilung des Verlages.

Stellengesuche RM 181,30 netto die Seite; Seitentelle entsprechend. Aufnahme nach Eingang der Zahlung.

Ziffernanzeigen. Für Annahme und freie Beförderung einlaufender Angebote wird eine Gebühr von mindestens RM 1,-- berechnet.

Für besondere Plätze Aufschlag nach vorheriger Vereinbarung.

Beilagen: Preis für je 1000 Beilagen (bis 25 g Gewicht) einschl. Postgebühr: RM 20.--, Zahl der erforderlichen Beilagen auf Anfrage.

Erfüllungsort für beide Teile Berlin-Mitte.

Schluß der Anzeigenannahme: Montag vormittag 8 Uhr

Geschäftlicher Verkehr

Zuschriften und Sendungen für Anzeigen, Beilagen, Sonderdrucke und sonstige geschäftliche Fragen an die Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9, Linkstr. 22-24. Drahtanschrift: Springerbuch Berlin. Fernsprecher: 21 81 11. -- **Bankkonten:** Reichsbank-Girokonto: Deutsche Bank, Depositenkasse C, Berlin W 9, Berliner Handels-Gesellschaft, Berlin W 8. **Postscheckkonto:** Berlin Nr. 118 935. Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9.

„GEYER“
Verteilungstafeln
vielseitig
praktisch!

Christian Geyer
Elektrotechnische und Metallwaren-Fabriken
Nürnberg-S

Das ist der.

SURSUM
R.I.S.

Der kleine
Sockel-Automat
(45 x 60 mm)

*Ein Meisterwerk
der Feinmechanik!*

*Unübertroffen
ist seine Schaltleistung*

Sursum
Elektrizitäts-Gesellschaft
Leyhausen u. Co.
Elektrotechnische Spezialfabriken
Nürnberg-N

Unter Last umschaltbare Umspanner und Drosselspulen für große Lichtbogen-Stahlöfen

Mitteilung der AEG.

Bekanntlich verursachen die in ihren Leistungen immer größer werdenden Lichtbogen-Stahlöfen durch die unruhige Leistungsaufnahme vielfach Spannungsschwankungen in den stromliefernden Netzen. Deshalb ist es notwendig, die zur Verminderung der Stromstöße er-

Drosselwirkung ohne Unterbrechung des Betriebes herabgeregelt werden und später bei wieder unruhiger werdendem Ofengang, z. B. wenn die Einsturzperiode des Schrottes beginnt, wieder vergrößert werden. Eine derartige Anpassung der Drosselleistung an die Forderungen des Ofenbetriebes ist natürlich nur möglich, wenn die Veränderung unter Strom vorgenommen werden kann, da ein jedesmaliges Ausschalten des Ofenschalters zur Veränderung der Reaktanz den Ofengang unzulässig stören würde.

In gleicher Weise ist es auch bei großen Öfen wertvoll, die Spannungen des Umspanners ohne Unterbrechung des Betriebes regeln zu können. Für die wirtschaftliche Führung eines Lichtbogenofens sind im Laufe der Ofenreise verschiedene Spannungen notwendig, die beim Einschmelzen zwischen 180 und 240 V, beim Raffinieren zwischen 80 und 130 V betragen; außerdem ist es angenehm, mittlere Spannungen von 140 ... 160 V zur Verfügung zu haben. Hat man nun einen Umspanner mit Lastschalter zur Verfügung, so beginnt man z. B. das Einschmelzen mit 150 V; sobald der Lichtbogen gefaßt hat und die Stromaufnahme gleichmäßiger wird, steigert man die Spannung in Stufen von etwa 10 zu 10 V, was bei unveränderlich eingestelltem Elektrodenstrom eine gleichzeitige Erhöhung der Leistung bedeutet. Mit ruhiger werdendem Betrieb verringert man dann auch die Reaktanz und arbeitet so mit größter Leistung und bestem Wirkungsgrad. Auf diese Weise kann man den Ofen so betreiben, daß er dem Netz möglichst wenig Schwierigkeiten bereitet. Abb. 2 zeigt einen AEG-Ofenumspanner mit Lastregler.

Auch während des Raffinierens ist eine leichte Veränderungsmöglichkeit der Spannung unter Last von

forderliche Reaktanz genügend groß und auch veränderlich zu machen. Außerdem ist es wünschenswert, das häufige Zu- und Abschalten der großen Leistungen (bis 10 000 kVA und mehr) möglichst zu verringern.

Die natürliche Reaktanz und der ohmsche Widerstand einer Ofenanlage genügen im allgemeinen nicht zur Begrenzung der Stromstöße, vielmehr ist eine zusätzliche Reaktanz in Form einer hochspannungsseitig vorgeschalteten Drosselspule erforderlich. Diese Drosselspule wurde bisher unregelmäßig ausgeführt, so daß nur eine grobe Änderung der Gesamtreaktanz durch Ueberbrückung der Drosselspule möglich war. Da eine Erhöhung des induktiven Widerstandes den Leistungsfaktor herabsetzt, was auch u. U. für den Tarif von Bedeutung ist, so sollte die zusätzliche Reaktanz nur so groß gewählt werden, wie es der Betrieb wirklich erfordert. hauptsächlich zu Beginn des Einschmelzens soll sie voll eingeschaltet werden. Während oft langer Perioden ist die Stromaufnahme verhältnismäßig ruhig, auch im Verlauf des Einschmelzens. In dieser Zeit läßt sich die Reaktanz verringern, wodurch Leistungsfaktor, Lichtbogenleistung und kWh-Verbrauch verbessert werden. Voraussetzung ist dabei, daß eine solche Regelung während des Betriebes vorgenommen werden kann. Man versieht dafür die Drosselspule mit einer Reihe von Anzapfungen, die durch Lastschalter unter Strom und Spannung geschaltet werden können. Die Drosselleistung kann man dann so einstellen, wie es der jeweilige Ofengang zuläßt oder erfordert.

Die von der AEG ausgeführte Drosselspule nach Abb. 1 für eine Scheinleistung von 1600 kVA für einen 15-t-Ofen hat Anzapfungen, deren Lastschalter motorisch durch Druckknöpfe betätigt werden. Das in diesem Falle gegen Stromschwankungen sehr empfindliche Netz ist während des Anfahrens des Ofens auf kalten Einsatz durch die voll eingeschaltete, reichlich bemessene Reaktanz ausreichend geschützt. Sobald die Stromaufnahme gleichmäßiger geworden ist, kann die

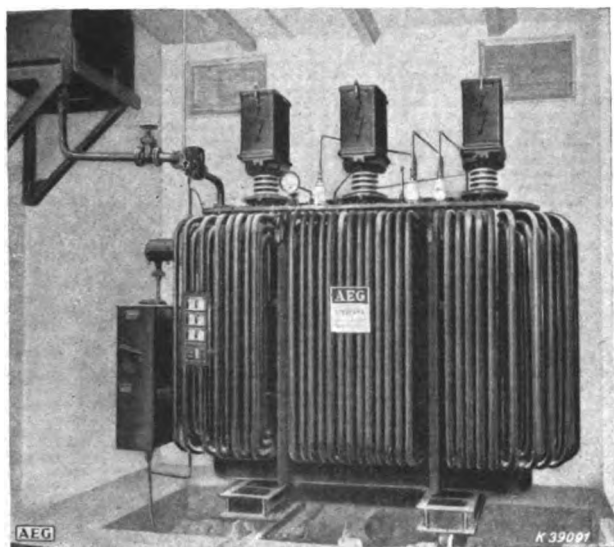


Abb. 1. Drosselspule 1600 kVA mit Lastregler für einen 15-t-Ofen

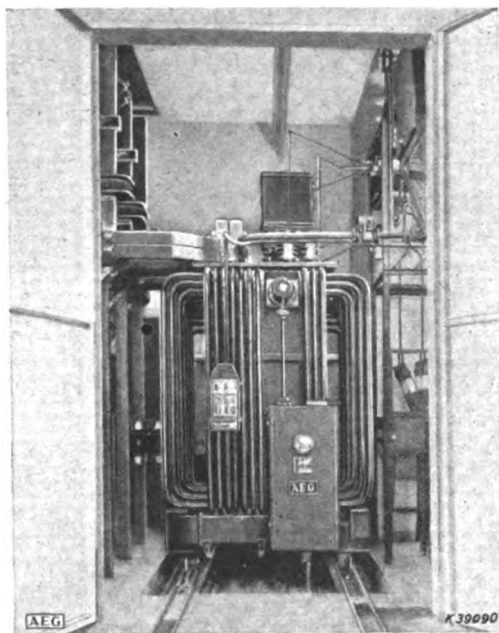


Abb. 2. Umspanner 5000 kVA mit Lastregler für einen 15-t-Ofen

großem Vorteil. Lassen sich z. B. zwischen 80 und 130 V eine Reihe Spannungsstufen unter Last regeln, so kann man Spannung, Leistung, Stromstärke und insbesondere die Lichtbogenlänge den Wünschen des Metallurgen bezüglich Temperatur des Bades, Schonung von Gewölbe und Zustellung gut anpassen.

Stellengesuche

Elektrotechniker

38 Jahre, Sudetendeutscher, 14jähr. Praxis im Bau von Industrie- und Elt-Werks-Anlagen, 3 1/4 Jahr Betriebstechniker, Erfahrung im Bau, Betriebsüberwachung und Instandhaltung sowie Abnahme von Licht-, Kraft- und Schaltanlagen aller Art, firm in Betriebsmessungen, Projektierungen und Berechnungen mittlerer Anlagen, sucht passenden Wirkungskreis in Büro oder Betrieb. Angebote erbeten an [1100]

Emil Dittrich, Machendorf 201 bei Reichenberg. C.S.R.

Schlosser u. Elektromeister, 35 J., Fachschulbildung, Konzess. u. Lehrberechtigt. Seit 12 J. im Ausbau u. auch in der Unterhaltung von Industriewerken tätig. Bergbau-, Metall- u. Flugindustrie. Erfahrung im Kraftwerksbetrieb (auch Holzgas), sucht passenden Wirkungskreis. Bauleitung, Abnahme, Überwachung. Angebote an Herwarth Arlt, Berlin-Borsigwalde, Westweg 37 [1106]

Ober-Ingenieur

49 J., verh., in ungek. Stell., 20jähr. Prax., gute Erfahrung im allgem. Maschinenbau, Elektrotechnik, Luft- u. Gasschutz, Organisation, Munitionsfertigung, Konstruktion, Termin- u. Bestellwesen, Einkauf, Fertigung u. Betrieb, sucht baldige Veränderung in guter ausbaufähiger Dauerstellung. [1104]

A. Roloff, Ob.-Ing., Munster-Lager in Hann., Am Sülberg 155 I

Dipl.-Elektroingenieur

Sudetendeutscher, Arier, 29 J., m. Prax. in Elektrizitätswerk, Reparaturwerk, z. Zt. als Berechn.- u. Betriebsingenieur in Fabr. f. Spez.-Motoren u. -Generatoren bis 200 kW in C.S.R. tät., sucht ausbauf. Wirkungskreis im In- od. Ausl. Zuschr. erb. unt. E. 1138 a. d. Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Dipl.-Ingenieur

mit langjähr. Erfahrung in Bau, Betrieb u. Verwaltung v. Großwasserkraftwerken samt Höchst- u. Hochspannungsverteilanlagen, in ungekünd. Stell., sucht selbständ. od. leit. Posten. Erstkl. Refer. [1149]

Ing. Franz Welzig
Innsbruck

Erzherzog-Eugen-Str. 20.

Stellenangebote

Für unsere mittelgroße elektrotechnische Fabrik für Installations-Material und Beleuchtungskörper (ca. 400 Gefolgschaftsmitglieder) suchen wir per sofort oder später einen

Betriebsleiter

Verlangt werden absolute Fachkenntnisse in der Metallwarenfabrikation aller Art, in der Preßtechnik, im Werkzeugbau, in der rationellen Montage von Massenartikeln.

Gereifte Persönlichkeiten, die ein Tätigkeitsfeld in obiger Richtung nachweisen können und in der Lage sind, auch charakteristisch einer größeren Gefolgschaft vorzustehen, wollen sich handschriftlich bewerben. Lichtbild, Lebenslauf und Zeugnisabschriften sind beizufügen. — Geboten wird bei entsprechenden Leistungen: Lebensstellung mit gutem Einkommen, freie Wohnung, Licht und Heizung.

Elektrotechnische Fabrik Weber & Co.,
Komm.-Ges. Kranichfeld/Ilm [1145]

Wir suchen für unsere Werke in Berlin und Fürstenwalde/Spree:

Elektroingenieure

für die Projektierung von Großgleichrichteranlagen, außerdem auch für Beleuchtungsanlagen für Fahrzeuge;

Elektrotechniker

zur Planung von Kraft- und Lichtinstallationen einschl. Unterverteiler für Industrieanlagen;

Fabrikationsingenieure

und

Vorrichtungskonstrukteure

mit Erfahrungen in der Anfertigung von allgemeinen Werkzeugen und Vorrichtungen, Schnitt- und Stanzenbau, Fabrikationsvorbereitung u. Überwachung.

Bewerbungen mit Zeugnisabschriften, Lebenslauf, Lichtbild, Referenzen, Gehaltsansprüchen und Angabe des frühesten Eintrittstages erbeten an [1113]

Julius Pintsch Kommanditgesellschaft

Personalabteilung

Berlin O 17, Andreasstraße 70/73

Für große Baustelle wird zum sofortigen Dienstantritt

I Montage- und Projekteningenieur

gesucht. Die Vergütung erfolgt nach Leistung gemäß den Vorl. Richtlinien und der Gruppe VI-V (RAT. 8 und 9). Erstattung der Zureisekosten neu eingestellter verheirateter Bewerber. Erstattung der RM. 10.— übersteigenden Zureisekosten neu eingestellter lediger Bewerber. Trennungsschädigung für Verheiratete mit eigenem Hausstand. Baustellenzulage, Überstundenpauschale, Überversicherung in der Angestelltenversicherung.

Ing. W. Wiessner, Quedlinburg, Westerhäuserstr. 10

[1147]

Bei der hiesigen Verwaltung, Abteilung Nassauische Brandversicherungsanstalt, ist die Stelle eines

Elektroingenieurs

mit abgeschlossener mittlerer Elektrofachausbildung und mehrjähriger Praxis, auch Prüfungstätigkeit

sofort zu besetzen. Vergütung nach Tarifgruppe VII des PAT. Bewerbungen mit Lebenslauf, beglaubigten Zeugnisabschriften, Lichtbild, Nachweis der Abstammung und Angabe der Zugehörigkeit zur NSDAP. oder deren Gliederungen sind an die unten bezeichnete Anschrift zu richten.

Wiesbaden, den 17. März 1938.

Der Oberpräsident

(Verwaltung des Bezirksverbandes Nassau)

Wiesbaden, Landeshaus

[1146]

Kleine, handbetätigte Motorschutzschalter MSB 16 und MSB 25 n mit Isolierkappe

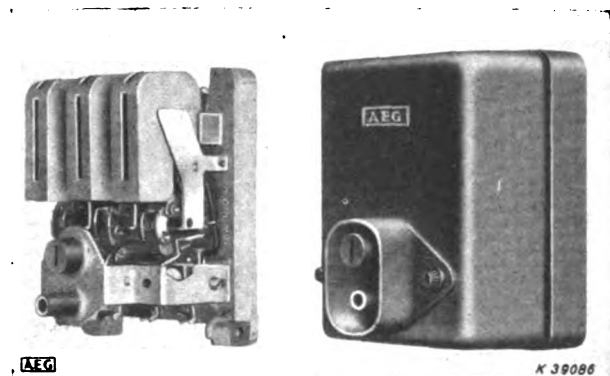
Mitteilung der AEG.

Die Motor-Schutzschalter mit Bimetall-Auslösern, Form MSB 16 und MSB 25 n¹⁾, sind für Motoren kleinerer Leistung und zwar bis 16 bzw. 25 A, 500 V Ds oder 440 V Gs ausgelegt. Durch die Wahl entsprechender Wärmeauslöser können die Schalter Motornennströmen von 0,5 A ab angepaßt werden. Für die kleinsten Motoren bis 6 A können jedoch auch die Schalter Mb 6¹⁾

bei der Ausführung MSB 16 für höchstens 6 mm², bei MSB 25 n für höchstens 10 mm² bemessen.

Der Überlastungsschutz wird von drei Bimetallstreifen übernommen. Diese arbeiten ebenso wie die anderen eingebauten Auslöser auf eine Freiauslösung. Die Eichung erfolgt nach den VDE-Vorschriften 0665/1930, d. h. der Grenzstrom liegt zwischen dem 1,05- und 1,2fachen Nennstrom. Dadurch wird auch noch ein zuverlässiger Schutz bei geringer Dauerüberlastung gewährleistet. Dieser Fall tritt am häufigsten bei Unterbrechung einer Phase eines betriebsmäßig nicht voll belasteten Motors ein. Die drei Wärmeauslöser werden gemeinsam an einer leicht zugänglichen, geschützt angeordneten Stellscheibe in den Bereichen 0,5 ... 1, 1 ... 2, 2 ... 4, 4 ... 8, 8 ... 16 oder 16 ... 25 A eingestellt.

Für den Kurzschlußschutz sind drei elektromagnetische Schnellauslöser mit Klappanker vorgesehen,



Isolierkappe abgenommen

geschlossen

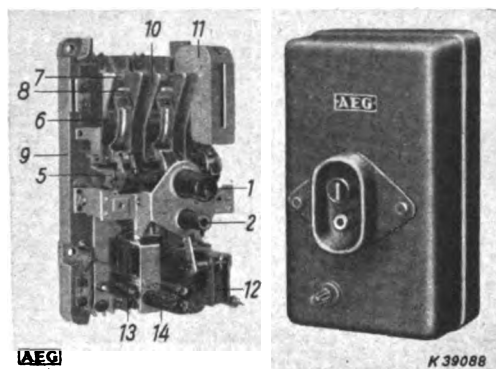
Abb. 1. Motorschutzschalter MSB 16 bzw. MSB 25 n ohne Unterspannungsauslöser

verwendet werden, wobei aber im Gegensatz zu den MSB-Schaltern stets Sicherungen vorgeschaltet sein müssen.

Die Schalter MSB 16 und MSB 25 n sind vor allem für solche Fälle bestimmt, in denen der Motor unmittelbar von Hand eingeschaltet werden soll.

Die Geräte sind stets dreipolig ausgeführt. Bei der Verwendung für Gleichstrom werden zwei Pole in Reihe geschaltet. In jedem Pol liegen ein elektromagnetischer und ein Wärme-(Bimetall-)Auslöser hintereinander; die Abschaltung erfolgt nach den VDE-Vorschriften stets allpolig.

Der mechanische Aufbau ist fest und widerstandsfähig. Die Schalterteile sind auf einen kräftigen Isoliersockel aufgebaut und mit einer Isolierkappe abgedeckt (Schutzart P 20). Die Größe richtet sich danach, ob der Schalter mit oder ohne Unterspannungs- bzw. Fehlerspannungs-Auslöser (RWE-Heinisch-Riedl-



Isolierkappe und 2 Funkenkammern abgenommen

geschlossen

- | | | |
|-----------------------------|--------------------------|------------------------|
| 1 = Ein-Druckknopf, | 7 = festes Schaltstück, | 12 = Unterspannungs- |
| 2 = Aus-Druckknopf, | 8 = bewegl. Schaltstück, | auslöser, |
| 3 = Wärmeauslöser, | 9 = Hohlsockel, | 13 = Fehlerspannungs- |
| 4 = Schnellauslöser, | 10 = Blasmagnet, | auslöser, |
| 5 = Blas- und Auslöserpule, | 11 = Funkenkammer, | 14 = Prüftaste für 13. |

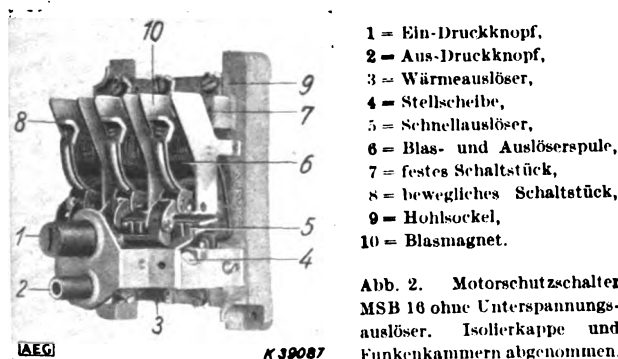
Abb. 3. Motorschutzschalter MSB 16 bzw. MSB 25 n mit Unterspannungs- und Fehlerspannungsauslöser (RWE-Heinisch-Riedl-Schutz)

die so eingestellt sind, daß sie auch auf den Einschaltstromstoß von normalen Kurzschlußläufern noch nicht ansprechen.

Der Unterspannungsauslöser ist auf einer vergrößerten Grundplatte angeordnet. Die Verbindung zwischen Unterspannungsspule und einer Phase ist über zwei Klemmen geführt, die nach Entfernung einer sie verbindenden Brücke den Anschluß eines Betätigungsdruckknopfes mit Ruhekontakt für Fernausschaltung gestatten. Der Fehlerspannungsauslöser (RWE-Heinisch-Riedl-Schutz) hat eine Prüfeinrichtung, deren Knopf durch die Isolierkappe herausgeführt ist. Der Schalter hat selbstverständlich Freiauslösung und allpolige Abschaltung. Die Betätigung erfolgt durch Druckknöpfe, die aus der Isolierkappe herausragen und von einem Schutzkragen umgeben sind.

Die Schaltleistung der Geräte MSB 16 und MSB 25 n ist ungewöhnlich hoch. Durch eine besonders kräftige Blausung wird der Lichtbogen schnell zum Erlöschen gebracht. Durch Funkenkammern aus keramischem Stoff wird die Abschaltsicherheit noch unterstützt. Die Schaltgeschwindigkeit ist so groß, daß selbst bei 1500 A Überstrom (VDE 0660,71) auch die kleinen Auslöser bis herab zu 1 A sicher geschützt sind. Für die mittleren Stromstärken von 4 ... 8 A liegt die vollkommene Kurzschlußfestigkeit des Schalters noch erheblich über 1500 A.

Die Schalter werden auch in isolier- und gußgekapelter Ausführung, d. h. in vollständig geschlossenem Gehäuse, geliefert; sie sind in dieser Ausführung auch für den Anbau an gekapselte Anlagen geeignet.



- | |
|------------------------------|
| 1 = Ein-Druckknopf, |
| 2 = Aus-Druckknopf, |
| 3 = Wärmeauslöser, |
| 4 = Stellscheibe, |
| 5 = Schnellauslöser, |
| 6 = Blas- und Auslöserpule, |
| 7 = festes Schaltstück, |
| 8 = bewegliches Schaltstück, |
| 9 = Hohlsockel, |
| 10 = Blasmagnet. |

Abb. 2. Motorschutzschalter MSB 16 ohne Unterspannungsauslöser. Isolierkappe und Funkenkammern abgenommen.

Schutz) geliefert wird (Abb. 1 ... 3). Im ersten Fall ist der Schalter nicht ganz 22 cm, im letzten Fall etwa 16 cm hoch; die Breite beträgt stets etwa 12 cm. Der Aufbau ist also sehr gedrängt. Trotzdem ist genügend Raum für den Leitungsanschluß vorgesehen. Der Sockel ist als Hohlsockel ausgebildet, ermöglicht also das Durchführen von Abschlußleitungen. Zu- und Ableitungen können an der gleichen Seite (oben oder unten) angeordnet werden. Die Anschlußklemmen sind

¹⁾ S. auch AEG-Druckschrift Sa/V 40/1.

Stellengesuche

ENTWICKLUNGS-INGENIEUR der Hoch- u. Niederfrequenztechnik

mit umfassenden Kenntnissen im
kommerziellen Gerätebau in selbst-
ständiger Stellung

sucht neuen Wirkungskreis.

Angeb. an H.-J. Preul, Berlin-
Hermsdorf, Bertramstraße 14.

[1161]

Dipl.-Ingenieur

mit langjähr. Erfahrung in
Bau, Betrieb u. Verwaltung v.
Großwasserkraftwerken samt
Höchst- u. Hochspannungs-
verteilanlagen, in ungekünd.
Stell., sucht selbständ. od. leit.
Posten. Erstkl. Refer. [1149]
Ing. Franz Welzig
Innsbruck
Erzherzog-Eugen-Str. 20.

Wir bitten bei Ein-
käufen und Bestellun-
gen auf die

ETZ

Bezug zu nehmen!

Stellenangebote

Wir suchen für die Gummifabrik unseres
Werkes zum baldigen Eintritt einen tüchtigen
und umsichtigen

GUMMIMEISTER

der ausgedehnte praktische Erfahrungen auf dem Ge-
biete der Herstellung von isolierten Leitungen besitzt,
an gewissenhaftes Arbeiten gewöhnt ist und mit
Arbeitern umzugehen versteht.

Bewerbungen mit handgeschriebenem Lebenslauf,
Zeugnisabschriften, Lichtbild, Gehaltsansprüchen und
Angabe des frühesten Eintrittstermins sind zu
richten an

Kabelwerk Duisburg

[1168]

Für die Projektierung und Ausführung von Schaltanlagen
jeder Art suchen wir

einen jüngeren Elektro-Ingenieur
mit abgeschlossener Hochschul- oder
höherer Fachschulbildung.

Bewerbungen mit Lebenslauf, Lichtbild, Angabe des frühesten
Eintrittstermins und der Gehaltsansprüche erbeten an [1155]

Elektrizitätswerk Schlesien A.-G., Breslau I
Postschließfach 224



Wir suchen

1. Diplom-Ingenieure u. Fachschul- Ingenieure

- a) für Hochfrequenztechnik, mit guter Vorbildung
in der Hochspannungs- und Starkstromtechnik,
- b) für hochfrequenztechnischen Gerätebau,
Klein-Sender- und Empfängerbau. Bedingung:
Gute Kenntnisse der allgemeinen Elektrotechnik,
- c) für akustisches Laboratorium
- d) für Fernsehen

2. Konstrukteure

- a) für Apparatebau (drahtlose Telegraphie)
- b) für das Gebiet der Massenfertigung im Apparatebau

3. Techniker für akustisches Laboratorium

4. Laborantinnen u. Physikerinnen

für Prüffelder. Erforderlich hochfrequenztechnische
bzw. hochfrequenz-physikalische Kenntnisse

5. technische Zeichner

mit elektrotechnischen Kenntnissen und
Zeichnerinnen
für Schaltbilder

Ausführliche Bewerbungen mit Angabe der Kenn-
Nummer erbeten an

TELEFUNKEN

Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m.b.H.
Berlin SW 11, Hallesches Ufer 30 [1180]

Für das städtische Elektrizitätswerk wird zum sofortigen
Dienstantritt ein

Elektro-Ingenieur

gesucht. Bewerber mit abgeschlossener HTL-Vorbildung
müssen mehrjährige Erfahrungen in der Planung und Über-
wachung von Hoch- und Niederspannungsanlagen nachweisen,
die VDE-Vorschriften für Installationsanlagen beherrschen und
gute zeichnerische Befähigung besitzen. Anstellung erfolgt auf
Privatdienstvertrag nach dem für die Stadt Hanau geltenden
Kommunalangestelltentarif, der dem Tarif für die Reichs-
angestellten entspricht. Bewerber, die die vorgenannten Be-
dingungen sowie die sonstigen Voraussetzungen für die Be-
schäftigung im öffentlichen Dienst (politische Zuverlässigkeit
und arische Abstammung) erfüllen, wollen ihre Bewerbung
mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften und Lichtbild unter An-
gabe der Gehaltsansprüche umgehend an den Oberbürger-
meister der Stadt Hanau, Abt. A, einreichen. [1163]

Hanau, den 17. März 1938. Der Oberbürgermeister.
gez.: Dr. Müller-Stärke.

Zur Beaufsichtigung unserer ausgedehnten Elektro-Anlage
benötigen wir einen

Elektro-Techniker

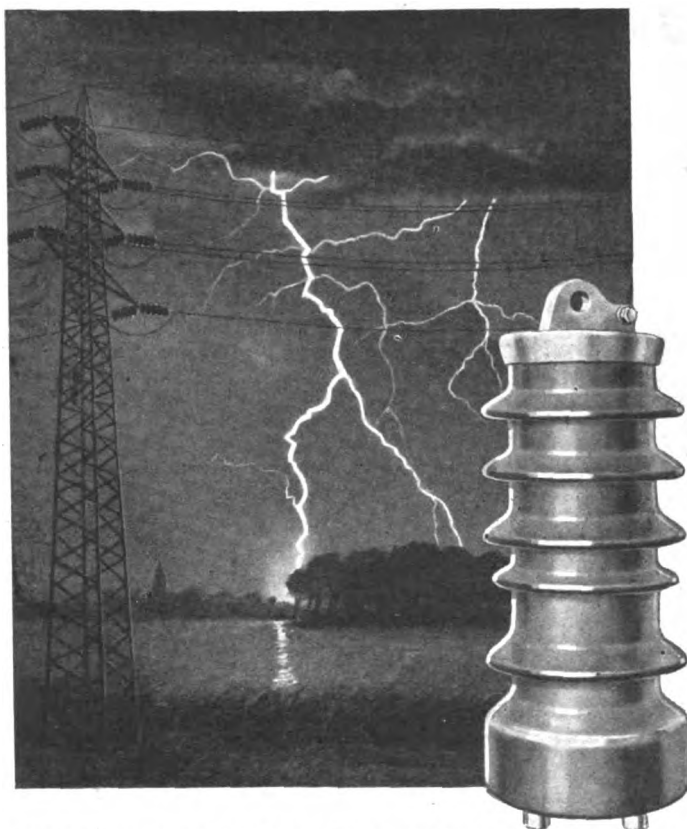
der bereits ähnliche Posten jahrelang bekleidet hat und der
auch mit allen vorkommenden Reparaturen für Hochspannung
und Niederspannung vertraut ist.
Gefl. Bewerbungen mit Angabe der bisherigen Stellen,
frühesten Antrittstermins, Gehaltsansprüche, Referenzen sind
zu richten an Wolff & Co., Kommanditgesellschaft auf
Aktien, Walsrode. [1111]

SUKLAM- Überspannungsableiter

schützen vor

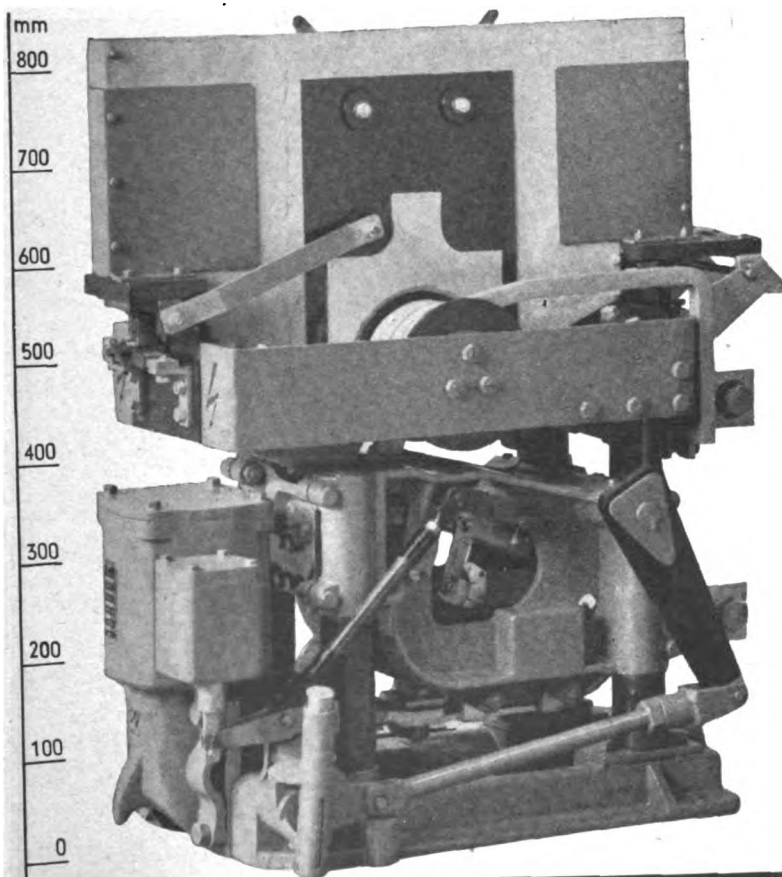
Überspannungen
und Gewitterschäden
in Hoch- u. Niederspannungsnetzen

Verlangen Sie unsere neuesten Druckschriften



E. NEUMANN

HOCHSPANNUNGS-APPARATE, G.M.B.H.
BERLIN-CHARLOTTENBURG 5



Neuer GLEICHSTROM SCHNELL- SCHALTER

für 1000 A 1500 V

Besondere Merkmale:

- Sehr kurzer Schaltverzug
durch Lamellen-Kupplung
- Höchste Ansprechgenauigkeit
bei Überstrom und Rückstrom
- Zweiteilige Lichtbogenlöschung
in stark induktiven Stromkreisen
- Weitgehende Verwendung
von Leichtmetall

VOIGT & HAEFFNER AG FRANKFURT/M

Duro-Platten

für die elektrische Industrie
aus deutschen Rohstoffen

Die Zellenwände müssen geschlossen und fest eingebaut sein. Nur solche Wände bieten einen sicheren Berührungsschutz und einen weitgehenden Schutz für einen an einer Schaltzelle beschäftigten Arbeiter bei Lichtbogen- oder Explosions-Erscheinungen in einer Nachbarzelle. Gitter sind kein sicherer Berührungsschutz. Bewegliche Wände können schon beim Transport selbst zur Gefahr werden. Außerdem kann man immer wieder feststellen, daß das Personal Ihre Anwendung aus Bequemlichkeit, insbesondere bei geringfügigen Arbeiten, ganz unterläßt.

Duroplattenwerk Aktiengesellschaft Berlin W 35
Woyrschstraße 13

Elektrotechnische Zeitschrift

An die Herren Verfasser von Aufsätzen

Um angesichts des beschränkten Raumes der ETZ möglichst zahlreiche Aufsätze unterbringen zu können und im Interesse einer raschen Veröffentlichung der Arbeiten bitten wir, daß der Gesamtumfang von Aufsätzen im allgemeinen 3 ETZ-Seiten nicht überschreitet. Eine ETZ-Seite entspricht 4 Schreibmaschinenseiten mit je 30 Zeilen zu je 60 Zeichen. — Die Urschrift soll möglichst auf DIN-A-4-Bogen eingereicht werden und links einen 5 cm breiten Rand für die Druckfertigmachung, rechts einen freien Raum von 1 bis 2 cm aufweisen. Für jedes Bild einschließlich Unterschrift sind im Mittel 20 Schreibmaschinenseiten (= $\frac{2}{3}$ Schreibmaschinenseite) in der Urschrift in Abzug zu bringen. Für jede ETZ-Seite sind im allgemeinen nicht mehr als 1 bis 2 Bilder vorzusehen. Bei der Niederschrift sind das Heft „Gestaltung technisch-wissenschaftlicher Veröffentlichungen“ und das „Kurztitelverzeichnis technisch-wissenschaftlicher Zeitschriften“ (beide im Beuth-Verlag, Berlin SW 19) sowie die Einheiten- und Formelzeichen des AEF und die DIN VDE-Schaltzeichen und Schaltbilder zu berücksichtigen.

Sonderdrucke werden nur auf rechtzeitige Bestellung und gegen Erstattung der durch den besonderen Druck entstandenen Selbstkosten geliefert. Den Verfassern von Originalbeiträgen stehen bis zu 5 Expl. des betr. vollständigen Heftes kostenfrei zur Verfügung, wenn uns ein dahingehender Wunsch bei Einsendung der Handschrift mitgeteilt wird. Nach Druck des Aufsatzes erfolgende Bestellungen von Sonderdrucken können in der Regel nicht berücksichtigt werden.

Die Anschriften der Wissenschaftlichen Leitung der ETZ sowie der Verfasser der Aufsätze befinden sich auf der letzten Textseite jedes Heftes.

Bezugsbedingungen

Die „Elektrotechnische Zeitschrift“ erscheint in wöchentlichen Heften und kann im In- und Ausland durch jede Sortimentsbuchhandlung und jede Postanstalt bezogen werden. Bezugspreise: jährlich RM 40,—; vierteljährlich RM 10,—; monatlich RM 3,50. Hierzu tritt bei direkter Zustellung unter Streifband das Porto bzw. beim Bezuge durch die Post (nur vierteljährlich) die postalische Bestellgebühr. Einzelheft RM 1,50 zuzügl. Porto.

An die Verbandsmitglieder und Postbezieher

Beim Ausbleiben von Heften sind Beschwerden nicht an den Verlag, den VDE oder den VDE-Bezirk, sondern sofort an das zuständige Postamt zu richten.

Bei Wohnungswechsel ist an das Postamt der alten Wohnung rechtzeitig ein Antrag auf Überweisung nach der neuen Wohnung zu stellen. Für die Überweisung ist eine Gebühr von RM 0,50 zu entrichten, wenn ein anderes Postamt in Frage kommt.

Die Mitglieder des Verbandes Deutscher Elektrotechniker haben ihren Wohnungswechsel außerdem der Geschäftsstelle ihres zuständigen Bezirkes mitzuteilen, und zwar die alte und neue Anschrift.

Die Erneuerung der Abonnements muß, um Störungen in der Zustellung zu vermeiden, stets rechtzeitig seitens der Bezieher erfolgen.

Anzeigenpreise und -bedingungen

Preise: Die gewöhnliche Seite RM 272,—, $\frac{1}{2}$ -, $\frac{1}{4}$ -, $\frac{1}{8}$ -seitige Anzeigen bis herab auf eine $\frac{1}{64}$ -Seite anteilig.

Rabatt: bei jährlich

3	6	13	26	52maliger Aufnahme
3	5	10	15	20 %

Gelegenheitsanzeigen sind sogleich bei Bestellung auf Postscheckkonto 118 935 Berlin, Julius Springer, zahlbar unter gleichzeitiger entsprechender Benachrichtigung an die Anzeigenabteilung des Verlages.

Stellengesuche RM 181,30 netto die Seite; Seitenteile entsprechend. Aufnahme nach Eingang der Zahlung.

Ziffernanzeigen. Für Annahme und freie Beförderung einlaufender Angebote wird eine Gebühr von mindestens RM 1,— berechnet.

Für besondere Plätze Aufschlag nach vorheriger Vereinbarung.

Bellagen: Preis für je 1000 Bellagen (bis 25 g Gewicht) einschl. Postgebühr: RM 20,—, Zahl der erforderlichen Bellagen auf Anfrage.

Erfüllungsort für beide Teile Berlin-Mitte.

Schluß der Anzeigenannahme: Montag vormittag 8 Uhr

Geschäftlicher Verkehr

Zuschriften und Sendungen für Anzeigen, Bellagen, Sonderdrucke und sonstige geschäftliche Fragen an die Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9, Linkstr. 22-24. Drahtanschrift: Springerbuch Berlin. Fernsprecher: 21 81 11. — Bankkonten: Reichsbank-Girokonto. Deutsche Bank, Depositenkasse C, Berlin W 9, Berliner Handels-Gesellschaft, Berlin W 8. Postscheckkonto: Berlin Nr. 118 935. Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9.

SILBERLOTE

sind für einwandfreie Lötarbeiten unentbehrlich.

Dr. Th. Wieland, Pforzheim

Schelde- und Legleranstalt

Gegründet 1871

Schleifen-Oszillographen

stationär und transportabel, in einfacher und billiger Ausführung

Druckschrift Nr. 310

Elektrische Druckmesser

für verschied. Zwecke, für Drücke von 1 kg bis 500 t

Die Registrierung schnell veränderlicher Drücke erfolgt mit unseren Schleifen-Oszillographen

Druckschrift Nr. 750

Dr.-Ing. HANS RUMPF BONN/RHEIN (Deutschl.)

Fernbetätigte Stern-Dreieck-Oelschalter MSBO/SD 50.

Mitteilung der AEG.

Der Motor-Schutzschalter mit Bimetallauslösern in der Ausführung als Oel-Stern-Dreieckschalter, Form MSBO/SD 50¹⁾ (Abb. 1) ist für 50 A, 500 V Drehstrom ausgelegt. Durch die Wahl entsprechender Wärmeauslöser ist es möglich, den Schalter für Motornennströme von 1 ... 50 A zu verwenden.

Der Schalter ist vor allem als ferngesteuerter Stern-Dreieckschalter für Drehstrom-Motoren bis zu einer Größe von etwa 40 PS bei 500 V oder 32 PS bei 380 V bestimmt. Für die Betätigung dienen in der Regel Doppeldruckknopfschalter, es können aber auch, wenn der Schalter mit Wiedereinschaltperre ausgerüstet ist, Schwimmerschalter, Druckschalter und dergl. benutzt werden.

Der Aufbau ist aus Abb. 2 ersichtlich. In einem gemeinsamen Gehäuse sind zwei Oelfernschalter eingebaut. Der eine ist ein Motorschutzschalter MSBO 60¹⁾ in der üblichen Ausführung, der als Netzschalter dient, der andere ist ein gleichartiger Schalter, aber in Sonderausführung, der die Umschaltung von der Stern- in die Dreieckstellung bewirkt.

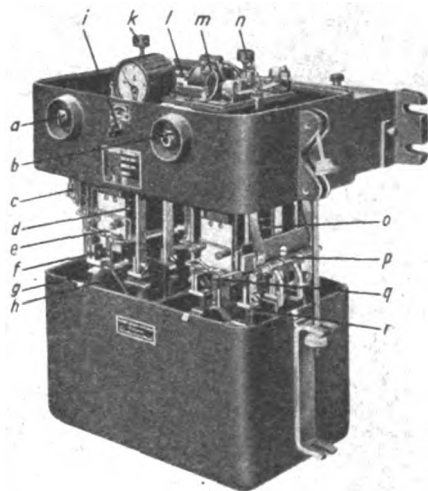
Der Netzschalter hat zwei bzw. drei einstellbare Wärme- (Bimetall-) Auslöser 1 für den Ueberlastungsschutz und einen dreipoligen elektromagnetischen Schnellauslöser mit Wiedereinschaltperre für den Kurzschlußschutz. Für die Wärmeauslöser wird ebenfalls eine Wiedereinschaltperre vorgesehen, wenn der Schalter durch ein Gerät mit Dauerkontaktgabe (z. B. Schwimmerschalter) betätigt wird. Die Sperrung kann durch einen Drehknopf i aufgehoben werden. Zur sicheren Kontakttrennung bei hohem Kurzschluß ist ein Schlaganker eingebaut.

Auf Wunsch kann außerdem noch ein Fehlerspannungsauslöser (RWE-Heinisch-Riedl-Schutz) vorgesehen werden. Die Auslöser öffnen beim Ansprechen den Kontakt c, wodurch der Schaltmagnet d stromlos wird. Der Umschalter hat naturgemäß keine Auslöser, aber ein Zeitelement (Bimetallrelais) m für die Umschaltung und ein zweites Kontaktsystem p.

Die Wirkungsweise (Abb. 3) ist folgende: Bei Betätigung des „Ein“-Druckknopfes erhält zunächst nur der Schaltmagnet 2 des Netzschalters Strom. Gleichzeitig mit den Netzschalter-Hauptkontakten wird der Selbsthaltekontakt 7 geschlossen. Zu dieser Zeit befinden sich am Umschalter die Kontakte in der Sternstellung. Ueber einen der Hauptkontakte des Netzschalters erhält das Zeitelement 12 Strom, das nach Ablauf der zwischen 7 und 20 s einstellbaren Anlaufzeit einen Kontakt im Stromkreis des Schaltmagneten 13 des Umschalters schließt. Der Magnet 13 zieht seinen Anker an, öffnet die Kontakte 15 für die Stern- und schließt die Kontakte 16 für die Dreieckstellung sowie den Selbsthaltekontakt 14. Dieser unterbricht dabei den Stromkreis für das Zeitelement. Da der Kontakt 14 mit einem Hauptkontakt des Netzschalters in Reihe liegt, kehrt der Umschalter selbsttätig in die Sternstellung zurück, sobald der Netzschalter ausgeschaltet wird. Die Betätigung ist somit weitgehend vereinfacht, und Bedienungsfehler sind entsprechend ausgeschlossen. Die

selbsttätige Umschaltung geht so schnell vor sich, daß ein nennenswerter Abfall der Motordrehzahl vermieden wird.

Die Schaltleistung entspricht der Gruppe IV nach VDE 0660, 71. Die Wärmeauslöser sind bis zum 600fachen ihrer unteren Nennstromstärke kurzschlußfest.



AEG

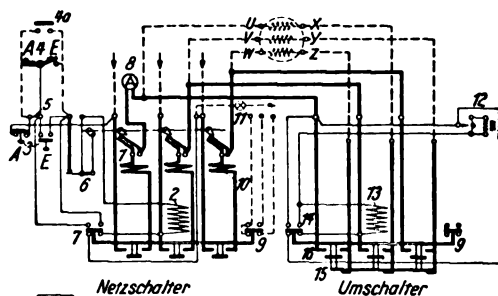
K 39108

- | | | |
|---|---|-------------------|
| a = „Ein“-Druckknopf | k = Anzeigevorrichtung | des Netzschalters |
| b = „Aus“-Druckknopf | l = Wärmeauslöser | |
| c = Auslösekontakt (unterbricht den Stromkreis von d) | m = Zeitelement für die Umschaltung von Stern auf Dreieck | des Umschalters |
| d = Schaltmagnet (Zug- und Haltespule) | n = Anzeigevorrichtung | |
| e = Selbsthaltekontakt für d | o = Schaltmagnet | des Umschalters |
| f = feste Kontaktstücke | p = Kontakte für die Sternschaltung | |
| g = bewegliche, leicht auswechselbare Kontaktstücke | q = Selbsthaltekontakt | |
| h = Kontaktträger | r = Kontakte für die Dreieckschaltung | |
| i = Druckknopf zur Aufhebung der Auslösersperre | | |

Abb. 2. Fernbetätigter Stern-Dreieck-Oelschalter MSBO/SD 50, offen

Die Kontakte sind sehr leicht auswechselbar. Die mechanische Lebensdauer des Schalters ist nahezu unbegrenzt.

Die Schaltmagnete verbrauchen beim Einschalten auf die Sternstellung etwa 300 VA, bei der selbsttätigen Umschaltung auf die Dreieckstellung etwa 370 VA und zum Halten etwa 100 VA.



AEG

Netzschalter

Umschalter

K 39109

- | | |
|--|--|
| 1 = Wärme- (Bimetall-) Auslöser | 8 = Strommesser |
| 2 = Schaltmagnet d. Netzschalters | 9 = Hilfskontakt für beide Schaltstellungen |
| 3 = Druckknopfschalter | 10 = Schnellauslöser |
| 4 = getrennt angebrachter Druckknopfschalter | 11 = Signallampe für Aus-Stellung |
| 4a = getrennter Betätigungsschalter z. B. Schwimmerschalter | 12 = Zeitelement für die Umschaltung von Stern auf Dreieck |
| 5 = bei getrenntem Druckknopfschalter fällt d. Verbindung fort | 13 = Schaltmagnet des Umschalters |
| 6 = Auslöse- und Wiedereinschaltsperrkontakt | 14 = Selbsthaltekontakt für Umschalter |
| 7 = Selbsthaltekontakt für Netzschalter | 15 = Kontakte f. d. Sternschaltung |
| | 16 = Kontakte für die Dreieckschaltung |

Abb. 3. Schaltbild

Die Kapselung entspricht der Schutzart P 33, d. h. sie bietet in jedem Fall Schutz gegen die Berührung spannungsführender Teile sowie gegen das Eindringen groben Staubes und Schwallwasserschutzes.

¹⁾ S. auch AEG-Druckschrift Sa/V 40 Da.

HOHE GENAUIGKEIT



— das
Kennzeichen
der Kiewetter-
Meßinstrumente!

Fordern Sie
Prospekte über
meine
Erzeugnisse an!

EXCELSIOR-WERK Rudolf Kiewetter
Leipzig 2 C 1

Papier
für die elektrotechnische
Industrie

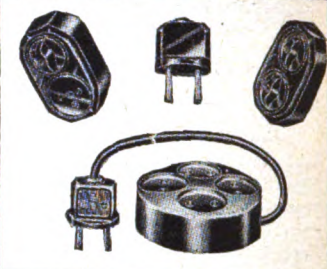
speziell

**Isolier-
papier**
für Stark- u. Schwach-
strom in Röllchen von
1 mm an aufwärts

**Kondensator-
papier**
Dicke von 0,0065 mm
aufwärts

Schoeller & Hoesch
Gernsbach i. Baden

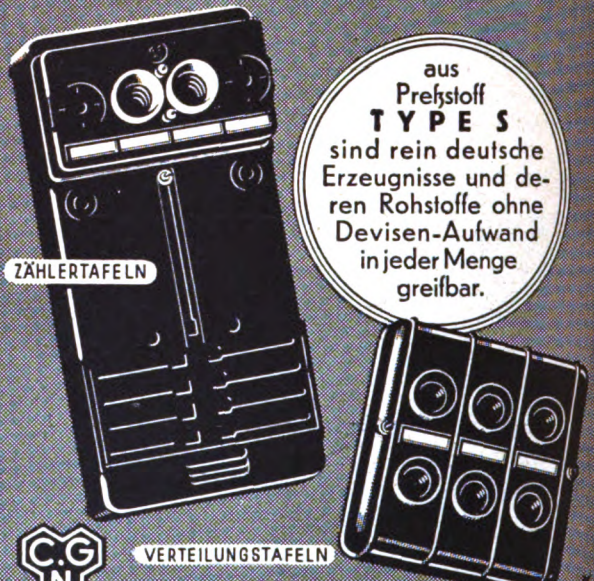
Gerätesteckdosen
Kupplungen
Lichtdrücker
Steckdosen
Stecker
Steckerfassungen
Schalter
Zwischenschalter



**„POLDI“
Buchleuchten**

LEOPOLD KOSTAL, LÜDENSCHIED/W.
ELEKTROTECHN. SPEZIAL-FABRIK

GEYER
ISOLIERSTOFF-ERZEUGNISSE



ZÄHLERTAFELN

VERTEILUNGSTAFELN

aus
Preßstoff
TYPE S
sind rein deutsche
Erzeugnisse und de-
ren Rohstoffe ohne
Devisen-Aufwand
in jeder Menge
greifbar.

CHRISTIAN GEYER NÜRNBERG-S
ELEKTROTECHNISCHE U. METALLWARENFABRIKEN

Neuberger Meßinstrumente

Präzisions-Drehpul-Vielfachtypen PA u. PAW



mit 7 bzw. 8 Meßbereichen. Alle
Widerstände sind eingebaut, da-
durch vereinfachte Handhabung.
Niederer Preis. 500 Ohm/Volt.
Weitere Erzeugnisse:
**Wechselstrom-
Einphasenzähler**
Type WKn. Beste elektrische u.
mechanische Eigenschaften 167
**Schalttafel-Einbau- und
Aufbau-Meßinstrumente**
bis 225 mm Ø. Ohmmeter.

Gegr. 1904 Fabrik elektrischer Meßinstrumente
Josef Neuberger, München T 25, Steinerstr. 16

Aufbau der AEG-Ionenableiter für Innenräume.

Mitteilung der AEG.

Die AEG-Ionenableiter¹⁾ (Überspannungsschutz) für Niederspannungs-Anlagen werden in zwei äußerlich verschiedenen Ausführungen geliefert: für Innenräume und für die Anbringung im Freien. Diese bauliche Unterscheidung, die sich in der Praxis gut bewährt hat, erleichtert die Anbringung. Nachstehend soll nur auf die Innenableiter näher eingegangen werden.



Abb. 1. Ionenableiter für Innenräume.

Abb. 1 zeigt die neue Ausführung dieses Ableiters. Funkenstrecke und Widerstand sind in einem weißen Porzellankörper eingebaut. Die Grundflächenmaße des Ableiters sind mit 60 mm x 87 mm die gleichen wie die eines normalen Sicherungselementes. Dies erleichtert die Anordnung auf den üblichen Zählertafeln, Schalttafeln, in Hausanschlußkasten oder Verteilungskasten usw. Der Ableiter ist außerdem verhältnismäßig flach gehalten, denn er ladet nur 52 mm aus. Somit findet er im Kasten, auf nach vorne abgedeckten Verteilungstafeln und dgl. stets Platz. Dies ist ein erheblicher Vorteil gegenüber der alten Ausführung, die eine sehr große Ausladung aufwies. Während die alte Ausführung ein getrenntes Sicherungselement und eine Kontaktschraube erforderte, welche die Anbringung erschwerten und verteuerten, stellt der neue Ableiter für sich eine Installationseinheit dar.

Funkenstrecke nicht in ihrer Wirksamkeit beeinflussen. Der Gasdruck in der Röhre ermöglicht ferner die Einstellung der gewünschten Zündspannung. Auch die Edelgas-Funkenstrecke ist gegenüber der alten Ausführung vereinfacht und verbessert. Sie hat nur noch ein Entladungssystem mit zwei gleichen Elektroden, die zur Herabsetzung des Zündverzuges pastiert sind. Die neue Funkenstrecke ist induktionsfrei.

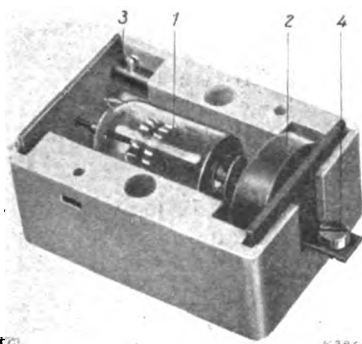
Unterhalb der Funkenstrecke ist der mit ihr elektrisch verbundene spannungsabhängige Widerstand 2 angeordnet. Dieser Widerstand läßt zwar einen Strom von mehreren hundert A durch, sichert aber eine schnelle Löschung nach beendetem Ableitvorgang und verhindert so Verluste an Betriebsstrom. Die Zuleitung von der zu schützenden Leitung erfolgt an der Klemme 3, der Anschluß der Erdleitung an der Klemme 4. Der Stromweg geht also von 3 über 1 und 2 nach 4. Der Ableiter ist vollkommen ohne Lötung aufgebaut.

Abb. 3 läßt erkennen, wie der Ableiter angeschlossen wird. Die Pappscheibe A wird mit einem spitzen Gegenstand, z. B. einer Nadel, herausgeschoben, wodurch eine Schraube 3 (s. Abb. 2) zugänglich



A = Pappscheibe, B = Einführungsloch für die Zuleitung, C = Plombenlöcher, E = Erdanschluß.

Abb. 3. Anschlüsse und Plombiervorrichtung des Innenableiters.



1 = Edelgas-Funkenstrecke, 2 = Spannungsabhängiger Widerstand, 3 = Leitungsanschluß, 4 = Erdanschluß.

Abb. 2. Innenableiter, Deckel abgenommen.

Aus Abb. 2 ist der innere Aufbau ersichtlich. Das wichtigste Einbauteil ist die Edelgas-Funkenstrecke 1, in der beim Auftreten einer Überspannung die Verbindung zur Erde hergestellt wird. Da die Funkenstrecke in einen Glaskolben eingeschmolzen ist, werden alle schädlichen Einflüsse von ihr ferngehalten, denen eine Luftfunkenstrecke ausgesetzt wäre. Temperaturwechsel, Feuchtigkeit, Staub, Oxydation usw. können die

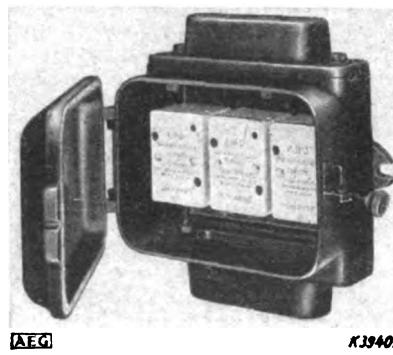


Abb. 4. Innenableiter, eingebaut in ein Gußgehäuse.

lich wird, die zum Festklemmen der in Loch B einzuführenden Leitung dient. Nach dem Anschluß wird die Pappscheibe wieder eingesetzt und, falls erforderlich, plombiert, wozu im Deckel und im Unterteil des Ableiters die Löcher C für den Plombendraht vorgesehen sind. Wenn die Leitung in einem Rohr verlegt wird, so läßt man dieses stumpf auf dem Ableiter aufsitzen. Die Erdleitung wird an die aus dem Ableiter herausragende Klemme E (entspricht 4 in Abb. 2) gelegt.

Abb. 4 zeigt als Beispiel die Unterbringung von drei Innenableitern in einem Gußgehäuse. Der Innenableiter, der keiner Wartung bedarf, ist für Gleichstrom bis 220 V, für Drehstrom bei Dreieckschaltung bis 220 V, bei Sternschaltung mit starr (also ohne Zwischenschaltung von Drosseln usw.) geerdetem Nullpunkt bis 380 V geeignet.

¹⁾ S. auch AEG-Druckschrift 84/V 1/1 a.

Stellengesuche

Junger Physiker

5 Jahre Universität, Astrophysik, Physik, Mathematik, Geophysik; über 1 Jahr als Laboratoriums-Ingenieur in theoretischen und praktischen Arbeiten der Hochfrequenztechnik beschäftigt, sucht Stellung. Mehrjähr. Praxis in theoretischen und rechnerischen Arbeiten.

Angebote an [1252]

Helmut Noll, Berlin SW 11, Saarlandstr. 49, Hof I.

Diplom-Ingenieur

38 Jahre, arisch, prakt. Konstruktions- und Verkaufserfahrungen auf dem Gebiete der Elektromedizin, mit Spezialkenntn. d. Elektrophysiolog. u. theor. Kenntn. d. Hochfrequenztechnik, der in der Lage ist, Neukonstrukt. einzuführen, sucht entspr. Stellg. mit entwicklungsfähigem Wirkungskreis. [1223]

Dipl.-Ing. Stark, Dresden-N. 6, König-Albert-Straße 28.

Elektro-Ingenieur

[1238]

Ende 30, befähigt u. pflichtbewußt, mit reichen Erfahrungen in Berechnung u. Entwurf hand- u. ferngesteuerter Schalt-, Anlaß- und Regelgeräte sowie Kleinmotoren sucht neuen Wirkungskreis. Angebote mit Gehaltsangabe erbeten an O. Schmidt, Solingen-Ohligs, Kronenstr. 46

Elektrokaufmann

35 Jahre, verh., sucht nur erste Position in Industrie oder Elektro-Großhandlung. (Interesseneinlage oder Beteiligung bis 40 000.—) Bürotechn. vollkommen ausgebildet (Einkauf, Verkauf, Organisation, Vertreterkontr.), flotter Korrespondent, 10jähr. prakt., erfolgr. Reisetätigkeit. Umfass. Warenkenntnisse in der Elektro- und Radiobranche, gelernt. Eisenhändler, repräs. Erscheinung. Z. Zt. in ungekündigter leitender Stellung in führender Elektrogroßhandlung. Angeb. u. E. 1254 an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Abteilungsleiter

für Bau und Betrieb einer größeren Überlandzentrale, 36 J., 13 Jahre im Überlandzentralebetrieb tätig, in ungekündigter Stellung, arbeitsfreudig, sucht sich zu verändern. Angebote erbeten an Greul, Hamburg 30, Scheideweg 8. [1233]

Zählerfachmann

für in allen Stromarten u. Typen, Münzzähler u. Tarifwesen, 1½ J. im Ausland gewesen, z. Z. als Zählerrevisor u. Leiter der Zählerabteilung in einem Elt.-Werk tätig, sucht sich zu verändern. Angebote an H. Breddemann Dortmund, Kreuzstr. 73. [1228]

Wir bitten bei Einkäufen und Bestellungen auf die

ETZ

Bezug zu nehmen!

Stellenangebote

Elektrotechniker

mit besten praktischen und theoretischen Erfahrungen für Betrieb gesucht. Angebote unter Beifügung eines Lichtbildes, Lebenslaufes und Gehaltsansprüchen sind zu richten an [1226] Carl Zeiss, Jena, Abt. Disp/Opz.



Wir suchen:

1. Diplom-Ingenieure u. Fachschul-Ingenieure

- a) für Hochfrequenztechnik, mit guter Vorbildung in der Hochspannungs- und Starkstromtechnik
- b) für hochfrequenztechnischen Gerätebau, Kleinsender- und Empfängerbau
Bedingung: Gute Kenntnisse der allgemeinen Elektrotechnik
- c) für akustisches Laboratorium
- d) für Fernsehen.

2. Ingenieure

für die Bearbeitung von Normungsfragen des Kleingerätebaues mit langjährigen Erfahrungen. Es wird ausbaufähige Stellung geboten.

3. Ingenieure und Techniker für Prüffelder.

4. Fabrikations-Ingenieure

mit Erfahrungen in der Herstellung von Funkgeräten zur Auftragsbearbeitung und Fabrikationsüberwachung.

5. Konstrukteure

- a) für Apparatebau (drahtlose Telephonie)
- b) für das Gebiet der Massenfertigung im Apparatebau.

6. Techniker für akustisches Laboratorium.

7. Laborantinnen u. Physikerinnen

für Prüffelder. Erforderlich hochfrequenztechnische bzw. hochfrequenz-physikalische Kenntnisse.

8. Technische Zeichner

mit elektrotechnischen Kenntnissen und Zeichnerinnen für Schaltbilder.

Ausführliche Bewerbungen mit Angabe der Kennnummer erbeten an

TELEFUNKEN

Gesellschaft für drahtlose Telephonie m.b.H.
Berlin SW 11, Hallesches Ufer 30 [1240]

Für die elektrotechnische Abteilung der Städtischen Betriebsverwaltung der Stadt Münster (Westf.) - Gleich- und Hochstromversorgung, Kabel- und Freileitungsnetze - wird ein erfahrener Elektro-Techniker

im Angestelltenverhältnis mit abgeschlossener Techniker- Ausbildung (staatlich anerkanntes Technikum oder Höhere Staatslehranstalt) gesucht, der bereits auf dem Gebiet der Nieder- und Hochspannungsstromversorgung eine längere Tätigkeit nachweisen kann. Gefordert werden gute zeichnerische und technische Kenntnisse in der Planung und der Ausführung von Schalt- und Trafoanlagen, in Netzberechnungen, in der Führung und im Aufbau von Statistiken sowie Gewandtheit im techn. Schriftwechsel. Nur Bewerber mit langjähr. praktischen Erfahrg., die bereits ähnl. Stellungen bekleidet haben, wollen ihre Bewerbungsgesuche unter Einreichung von selbstgeschriebenen Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild, Nachweis der arischen Abstammung - gegebenenfalls auch für die Ehefrau - sowie Angabe der Gehaltsansprüche und frühesten Eintrittstermins bis zum 15. April 1938 beim Hauptverwaltungsamt und Personalamt-Hauptverwaltg. Abt. I einsenden. Der Bewerber muß die Gewähr dafür bieten, daß er sich jederzeit rückhaltlos für den nationalsozialistischen Staat einsetzt. Persönliche Vorstellung ohne Anforderung ist nicht erwünscht. [1220] Münster i.W., d. 24. März 1938. Der Oberbürgermeister



Das neue
sekundäre
unabhängige
stromanzeigende

BBC

ÜBERSTROMZEITRELAIS

Bauart **S** einpolig, zweipolig, dreipolig, für Aufbau u. Einbau

Ansprechstrom einstellbar 0,5–2 J_n

Auslösezeit einstellbar 0,2–10 s

Zeitgenauigkeit ± 0,05 s

BBC D 5699

Brown, Boveri & Cie A.-G., Mannheim

Elektrotechnische Zeitschrift

An die Herren Verfasser von Aufsätzen

Um angesichts des beschränkten Raumes der ETZ möglichst zahlreiche Aufsätze unterbringen zu können und im Interesse einer raschen Veröffentlichung der Arbeiten bitten wir, daß der Gesamtumfang von Aufsätzen im allgemeinen 3 ETZ-Seiten nicht überschreitet. Eine ETZ-Seite entspricht 4 Schreibmaschinenseiten mit je 30 Zeilen zu je 60 Zeichen. — Die Urschrift soll möglichst auf DIN-A-4-Bogen eingereicht werden und links einen 5 cm breiten Rand für die Druckfertigmachung, rechts einen freien Raum von 1 bis 2 cm aufweisen. Für jedes Bild einschließlich Unterschrift sind im Mittel 20 Schreibmaschinenseiten (= $\frac{1}{3}$ Schreibmaschinenseite) in der Urschrift in Abzug zu bringen. Für jede ETZ-Seite sind im allgemeinen nicht mehr als 1 bis 2 Bilder vorzusehen. Bei der Niederschrift sind das Heft „Gestaltung technisch-wissenschaftlicher Veröffentlichungen“ und das „Kurztitelverzeichnis technisch-wissenschaftlicher Zeitschriften“ (beide im Beuth-Verlag, Berlin SW 19) sowie die Einheiten- und Formelzeichen des AEF und die DIN VDE-Schaltzeichen und Schaltbilder zu berücksichtigen.

Sonderdrucke werden nur auf rechtzeitige Bestellung und gegen Erstattung der durch den besonderen Druck entstandenen Selbstkosten geliefert. Den Verfassern von Originalbeiträgen stehen bis zu 5 Expl. des betr. vollständigen Heftes kostenfrei zur Verfügung, wenn uns ein dahingehender Wunsch bei Einsendung der Handschrift mitgeteilt wird. Nach Druck des Aufsatzes erfolgende Bestellungen von Sonderdrucken können in der Regel nicht berücksichtigt werden.

Die **Anschriften** der Wissenschaftlichen Leitung der ETZ sowie der Verfasser der Aufsätze befinden sich auf der letzten Textseite jedes Heftes.

Bezugsbedingungen

Die „Elektrotechnische Zeitschrift“ erscheint in wöchentlichen Heften und kann im **In- und Ausland** durch jede Sortimentsbuchhandlung und jede Postanstalt bezogen werden. Bezugspreise: jährlich RM 40,—; vierteljährlich RM 10,—; monatlich RM 3,50. Hierzu tritt bei direkter Zustellung unter Streifband das Porto bzw. beim Bezuge durch die Post (nur vierteljährlich) die postalische Bestellgebühr. Einzelheft RM 1,50 zuzügl. Porto.

An die Verbandsmitglieder und Postbezieher

Beim Ausbleiben von Heften sind Beschwerden nicht an den Verlag, den VDE oder den VDE-Bezirk, sondern sofort an das zuständige Postamt zu richten.

Bei Wohnungswechsel ist an das Postamt der alten Wohnung rechtzeitig ein Antrag auf Überweisung nach der neuen Wohnung zu stellen. Für die Überweisung ist eine Gebühr von RM 0,50 zu entrichten, wenn ein anderes Postamt in Frage kommt.

Die Mitglieder des Verbandes Deutscher Elektrotechniker haben ihren Wohnungswechsel außerdem der Geschäftsstelle ihres zuständigen Bezirkes mitzuteilen, und zwar die alte und neue Anschrift.

Die Erneuerung der Abonnements muß, um Störungen in der Zustellung zu vermeiden, stets rechtzeitig seitens der Bezieher erfolgen.

Anzeigenpreise und -bedingungen

Preise: Die gewöhnliche Seite RM 272,—, $\frac{1}{2}$ -, $\frac{1}{4}$ -, $\frac{1}{8}$ -seitige Anzeigen bis herab auf eine $\frac{1}{64}$ -Seite anteilig.

Rabatt: bei jährlich

3	6	13	26	52maliger Aufnahme
3	5	10	15	20 %

Gelegenheitsanzeigen sind sogleich bei Bestellung auf Postcheckkonto 118 935 Berlin, Julius Springer, zahlbar unter gleichzeitiger entsprechender Benachrichtigung an die Anzeigenabteilung des Verlages.

Stellengesuche RM 181,30 netto die Seite; Seitenteile entsprechend. Aufnahme nach Eingang der Zahlung.

Ziffernanzeigen. Für Annahme und freie Beförderung einlaufender Angebote wird eine Gebühr von mindestens RM 1,— berechnet.

Für besondere Plätze Aufschlag nach vorheriger Vereinbarung.

Beilagen: Preis für je 1000 Beilagen (bis 25 g Gewicht) einschl. Postgebühr: RM 20,—, Zahl der erforderlichen Beilagen auf Anfrage.

Erfüllungsort für beide Teile Berlin-Mitte.

Schluß der Anzeigenannahme: Montag vormittag 8 Uhr

Geschäftlicher Verkehr

Zuschriften und Sendungen für Anzeigen, Beilagen, Sonderdrucke und sonstige geschäftliche Fragen an die Verlagsbuchhandlung **Julius Springer**, Berlin W 9, Linkstr. 22-24. Drahtanschrift: Springerbuch Berlin. Fernsprecher: 21 81 11. — **Bankkonten:** Reichsbank-Girokonto: Deutsche Bank, Depositenkasse C, Berlin W 9, Berliner Handels-Gesellschaft, Berlin W 8. **Postcheckkonto:** Berlin Nr. 118 935. Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9.

Präzisions-Kleinstmotoren

für

Tonfilm

Steuerungen

Feinmechanik

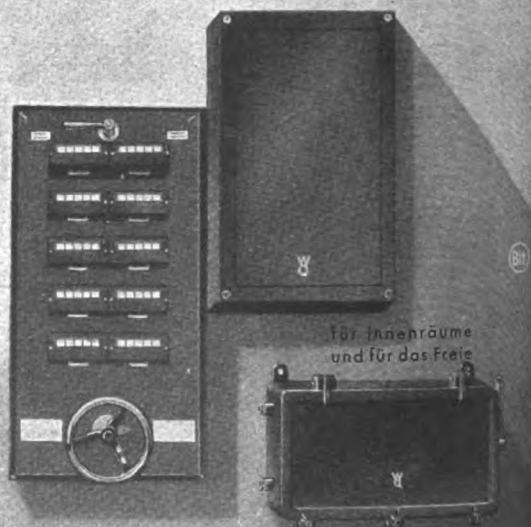
Medizinische Instrumente

Wissenschaftl. Laboratorien

ZIEHL-ABEGG
Spezialfabrik für elektrische Maschinen

Berlin-Weissensee

Sammelumschalter mit Handrad- und Einzelhebelbetätigung

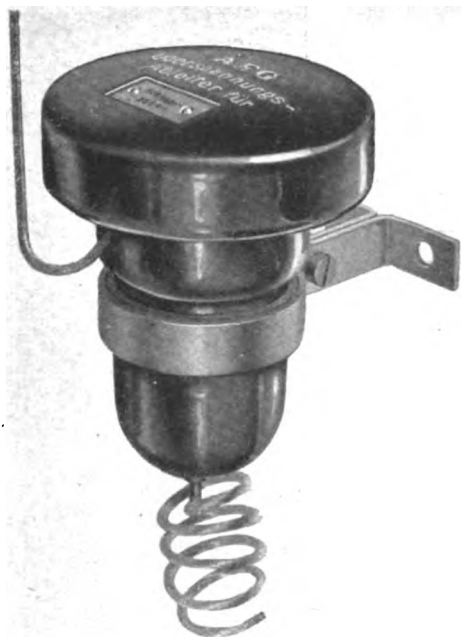


WILHELM QUANTE
Spezialfabrik für Apparate der Fernmeldetechnik
WUPPERTAL-ELBERFELD
Uellendahlerstraße 353 • Fernsprecher: S.-Nr. 22211
Drahtanschrift: Quante

Aufbau der AEG-Ionenableiter für die Anbringung im Freien.

Mitteilung der AEG.

Neben den Ableitern für Innenräume stellt die AEG Ionenableiter¹⁾ (Überspannungsschutz) zur Anbringung im Freien her. Diese Ausführung bietet den eingebauten Teilen nicht nur vollkommenen Schutz gegen Witterungseinflüsse, sondern erleichtert auch die Anbringung an Außenwänden, Dachgestängen und Masten.



AEG

K 38555

Abb. 1. Ionenableiter mit Schelle für die Anbringung im Freien.

Abb. 1 zeigt die äußere Form des neuen Außenableiters. Diese hat sich gegenüber der älteren Ausführung nicht viel geändert. Die Abdeckkappe ist nicht mehr aus Metall, sondern aus Porzellan und daher unempfindlich gegen Witterungseinflüsse. Die Wandstärke ist bei dem neuen Porzellangeß vergrößert, so daß ein besonderes Schutzrohr überflüssig geworden ist.

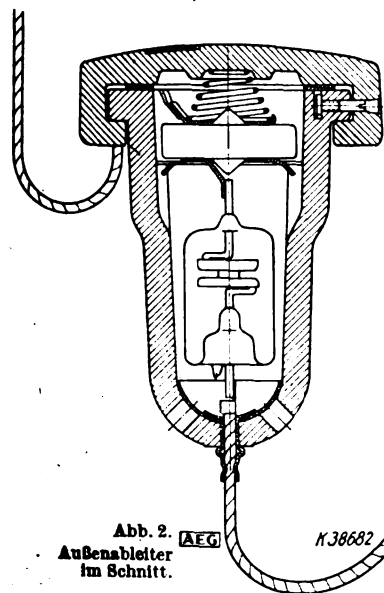


Abb. 2. Außenableiter im Schnitt.

Die dunkelgrüne Färbung des Ableiters wurde beibehalten. Er bietet dadurch ein schlechtes Ziel für mutwillige Zerstörung. Zur Befestigung des Ableiters an Masten oder Gebäuden dient eine kräftige Eisen-schelle. Diese ist stark verzinkt und so gegen Verrosten geschützt. Zur leichteren Anbringung kann der Ableiter aus der Schelle herausgenommen werden. Um beim Wiedereinsetzen und Anziehen ein Zerspringen des Porzellankörpers zu verhindern, hat der Ring

¹⁾ S. auch AEG-Druckschrift Sa/V 1/1a.

der Schelle eine elastische Einlage. Unter dem Rand der Porzellankappe und am unteren Ende des Ableiters ragt je eine 40 cm lange, blanke Litze heraus. Diese Litzen haben je 4 mm² Querschnitt und sind beide zugentlastet. Die obere dient zum Anschluß an die zu schützende Leitung, die untere zum Anschluß der Erdleitung. Die Ableitung soll möglichst knickfrei zur Erde geführt werden. Die zu einer Schutzstation gehörenden Ableiter sind am gleichen Mast anzuordnen. Zu einem vollständigen Schutz sollen stets so viel Ableiter vorgesehen werden, wie Leitungen vorhanden sind, welche Spannung gegen Erde führen.

Abb. 2 zeigt einen Außenableiter im Schnitt. Im unteren Teil des Porzellangeßes ist das wichtigste Teil des Ableiters angeordnet: die Edelgas-Funkenstrecke. Diese ist ebenso wie der darüber angebrachte spannungsabhängige Widerstand verbessert und vervollkommen worden. Alle Teile sind ohne Lötung zusammengesetzt. Wie aus Abb. 2 ebenfalls ersichtlich, hat das Porzellangeß unten zwei Lüftungsöffnungen, die auf der Innenseite zum Schutz gegen das Eindringen von Fremdkörpern und Insekten mit Drahtgaze abgedeckt sind. Da die Entlüftungsöffnungen nach unten führen, ist der Ableiter vollkommen regensicher.

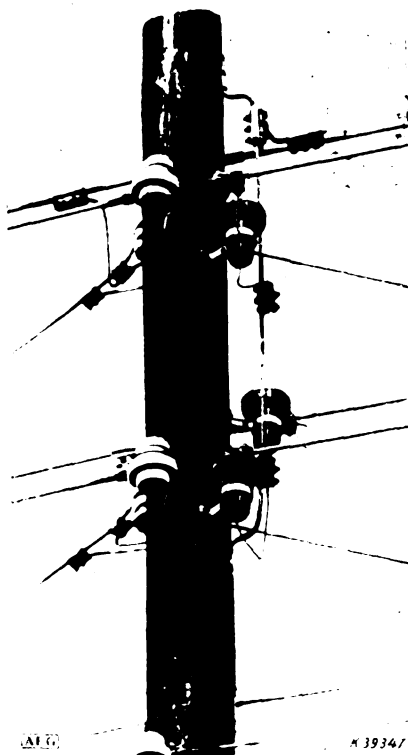


Abb. 3. Außenableiter, an einem Mast angebaut.

Die Außenableiter werden in zwei äußerlich gleichen Ausführungen hergestellt, die sich nur durch die Bemessung der Innenteile unterscheiden. Die eine ist für Gleichstromnetze bis 220 V und Wechselstromnetze bis 380 V ausgelegt, die andere nur für Wechselstromnetze bis 500 V. Jeder einzelne Ableiter wird in der Fabrik einer Prüfung mit 300 A Stoßstrom unterzogen. Der Schutzwert der Ableiter ist sehr gut, die Zündspannung niedrig (bei 50 Per/s 2...2,5 mal verkettete Netzspannung), der Zündverzögerung sehr gering (Bruchteile einer millionstel Sekunde), die Löschung schnell (weniger als 0,01 s) und sicher. Die Ableiter erfordern keine Wartung. Abb. 3 zeigt ein Beispiel für die Anbringung von Außenableitern an einem Mast.

Das ist der



**SURSUM
R.I.S.**

*Der kleine
Sockel-Automat
(45 x 60 mm)*

*Ein Meisterwerk
der Feinmechanik!*

*Unübertroffen
ist seine Schaltleistung*

*Sursum
Elektrizitäts-Gesellschaft
Leyhausen u. Co.
Elektrotechnische Spezialfabriken
Nürnberg-N*

Steuerwalzen

für Hand- und Fernantrieb



Mitteldeutsche
Schaltapparate-
Gesellschaft m. b. H.
Eisenach-7

Taschenordner für VDE-Sonderdrucke

Ausführung: Abwaschbares Kunstleder,
schmiegsame Deckel, Druckknopf-Verschluß,
für einen Inhalt von 1,5 cm Stärke

Preis: Für VDE-Mitglieder..... RM 1.—
für Nichtmitglieder RM 1.25

Sammelordner für VDE-Sonderdrucke

Ausführung: Leinen, feste Deckel, Schieb-
verschluß, für einen Inhalt von 5 cm Stärke

Preis: Für VDE-Mitglieder..... RM 1.25
für Nichtmitglieder RM 1.50

ETZ-Verlag GmbH. Berlin-Charlottenburg
Bismarckstraße 33 VDE-Haus

NSD Kinderlandverschickung



Hochspannungs-Mastschalter für Leistungsschaltung.

Mitteilung der AEG.

Masthörnerschalter dienen zum Trennen der Leitungsabschnitte von Hochspannungs-Freileitungs- bzw. Bahnnetzen und werden meist ohne Belastung abgeschaltet. Jedoch können Fälle vorkommen, in denen derartige Schalter unter Last gezogen werden und dann erhebliche Stromstärken abschalten müssen, die insbesondere bei Bahnen nur 10... 15% weniger als die Ansprechleistung des Unterwerkes betragen können.

nung oszillographisch aufgenommen; Abb. 3 zeigt den Schaltvorgang mit 1000 A und 15 000 V. Die Löschzeit dieser Abschaltungen beträgt bei 400 A etwa 1,4 s und bei 2400 A etwa 0,7 s. Die Schaltungen mit Gleichstrom wurden mit Stereoskop-Apparat aufgenommen, wobei die linke, stark abgeblendete Seite die Stromfäden und die rechte Seite die Lichtwirkung des Lichtbogens zeigt.

Bezüglich der Ausführung der Hörner zeigen die Versuche, daß kreisförmige Hornquerschnitte, die aus

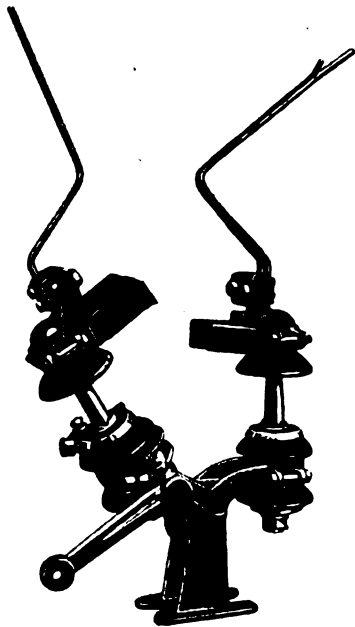


Abb. 1. Hörnerschalter 3000 V, 1200 A Dauerstrom.

Die Frage, wie sich derartige Stromstärken mit Hörnerschaltern abschalten lassen, wurde durch eingehende Versuche von der AEG geklärt, wobei gleichzeitig die beste Querschnittsform und Ausbildung der Hörner ermittelt wurde.

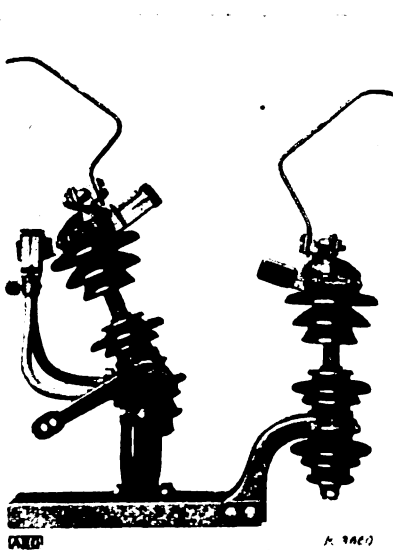
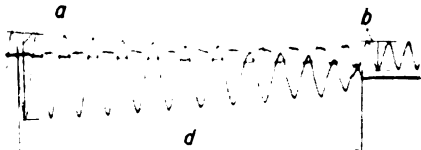


Abb. 2. Hörnerschalter (Kippschalter), 15 000 V Wechselstrom, mit Stützenisolatoren und doppelter Isolation und Erdkontakt.

Elektrolytkupfer hergestellt sind, die besten Schaltmöglichkeiten bieten. Das Abbiegen der Hörnen nach unten verbreitert den Lichtbogen und vergrößert die Löschdauer, rechteckige Hornquerschnitte oder Verstärkungen am Knie der Lichtbogenhörner sind sehr ungünstig, weil sich leicht Schnorperlen ausbilden; der Winkel zwischen den Hörnern und der Senkrechten soll



a = Abschaltstrom,
b, c = Wiederkehrspannung
d = Schaltzeit.

Abb. 3. Schaltvorgang mit 15 000 V, 1000 A, 16²/₃ Hz.

Die als Kippschalter ausgeführten Versuchsschalter (Abb. 1 und 2) wurden in den Versuchsreihen mit Stromstärken, steigend bis 2200 A, verschiedene Male geschaltet. Die Schalter wurden über Rolle auf Seilzug wie im praktischen Betrieb von Hand betätigt. Bei den Versuchsreihen mit Wechselstrom wurden Spannung, Abschaltstromstärke und Wiederkehrspan-

in abgeschaltetem Zustand etwa 45° betragen (s. Abb. 1). Die auf Grund dieser Versuchsergebnisse ausgeführten AEG-Masthörnerschalter mit richtig bemessenen und zweckmäßig ausgebildeten Hörnern sind geeignet, große Stromstärken sowohl bei Gleichstrom-Hochspannung als auch bei Wechselstrom bis 15 000 V ohne weiteres mehrmals betriebsicher abzuschalten.



Elektrotechnische Zeitschrift

An die Herren Verfasser von Aufsätzen

Um angesichts des beschränkten Raumes der ETZ möglichst zahlreiche Aufsätze unterbringen zu können und im Interesse einer raschen Veröffentlichung der Arbeiten bitten wir, daß der Gesamtumfang von Aufsätzen im allgemeinen 3 ETZ-Seiten nicht überschreitet. Eine ETZ-Seite entspricht 4 Schreibmaschinenseiten mit je 30 Zeilen zu je 60 Zeichen. — Die Urschrift soll möglichst auf DIN-A-4-Bogen eingereicht werden und links einen 5 cm breiten Rand für die Druckfertigstellung, rechts einen freien Raum von 1 bis 2 cm aufweisen. Für jedes Bild einschließlich Unterschrift sind im Mittel 20 Schreibmaschinenseiten (= $\frac{2}{3}$ Schreibmaschinenseite) in der Urschrift im Abzug zu bringen. Für jede ETZ-Seite sind im allgemeinen nicht mehr als 1 bis 2 Bilder vorzusehen. Bei der Niederschrift sind das Heft „Gestaltung technisch-wissenschaftlicher Veröffentlichungen“ und das „Kurztitelverzeichnis technisch-wissenschaftlicher Zeitschriften“ (beide im Beuth-Verlag, Berlin SW 19) sowie die Einheiten- und Formelzeichen des AEF und die DIN-VDE-Schaltzeichen und Schaltbilder zu berücksichtigen.

Sonderdrucke werden nur auf rechtzeitige Bestellung und gegen Erstattung der durch den besonderen Druck entstandenen Selbstkosten geliefert. Den Verfassern von Originalbeiträgen stehen bis zu 5 Expl. des betr. vollständigen Heftes kostenfrei zur Verfügung, wenn uns ein dahingehender Wunsch bei Einsendung der Handschrift mitgeteilt wird. Nach Druck des Aufsatzes erfolgende Bestellungen von Sonderdrucken können in der Regel nicht berücksichtigt werden.

Die **Anschriften** der Wissenschaftlichen Leitung der ETZ sowie der Verfasser der Aufsätze befinden sich auf der letzten Textseite jedes Heftes.

Bezugsbedingungen

Die „Elektrotechnische Zeitschrift“ erscheint in wöchentlichen Heften und kann im **In- und Ausland** durch jede Sortimentsbuchhandlung und jede Postanstalt bezogen werden. Bezugspreise: jährlich RM 40,—; vierteljährlich RM 10,—; monatlich RM 3,50. Hierzu tritt bei direkter Zustellung unter Streifband das Porto bzw. beim Bezuge durch die Post (nur vierteljährlich) die postalische Bestellgebühr. Einzelheft RM 1,50 zuzügl. Porto.

An die Verbandsmitglieder und Postbezieher

Beim Ausbleiben von Heften sind Beschwerden nicht an den Verlag, den VDE oder den VDE-Bezirk, sondern sofort an das zuständige Postamt zu richten.

Bei Wohnungswechsel ist an das Postamt der alten Wohnung rechtzeitig ein Antrag auf Überweisung nach der neuen Wohnung zu stellen. Für die Überweisung ist eine Gebühr von RM 0,50 zu entrichten, wenn ein anderes Postamt in Frage kommt.

Die Mitglieder des Verbandes Deutscher Elektrotechniker haben ihren Wohnungswechsel außerdem der Geschäftsstelle ihres zuständigen Bezirkes mitzuteilen, und zwar die alte und neue Anschrift.

Die Erneuerung der Abonnements muß, um Störungen in der Zustellung zu vermeiden, stets rechtzeitig seitens der Bezahler erfolgen.

Anzeigenpreise und -bedingungen

Preise: Die gewöhnliche Seite RM 272,—. 1/2-, 1/4-, 1/8-seitige Anzeigen bis herab auf eine 1/16-Seite anteilig.

Rabatt: bei jährlich

3	6	13	26	52maliger Aufnahme
3	5	10	15	20 %

Gelegenheitsanzeigen sind sogleich bei Bestellung auf Postscheckkonto 118 935 Berlin, Julius Springer, zahlbar unter gleichzeitiger entsprechender Benachrichtigung an die Anzeigenabteilung des Verlages.

Stellengesuche RM 181,30 netto die Seite; Seitenteile entsprechend. Aufnahme nach Eingang der Zahlung.

Ziffernanzeigen. Für Annahme und freie Beförderung einlaufender Angebote wird eine Gebühr von mindestens RM 1,— berechnet.

Für besondere Plätze Aufschlag nach vorheriger Vereinbarung.

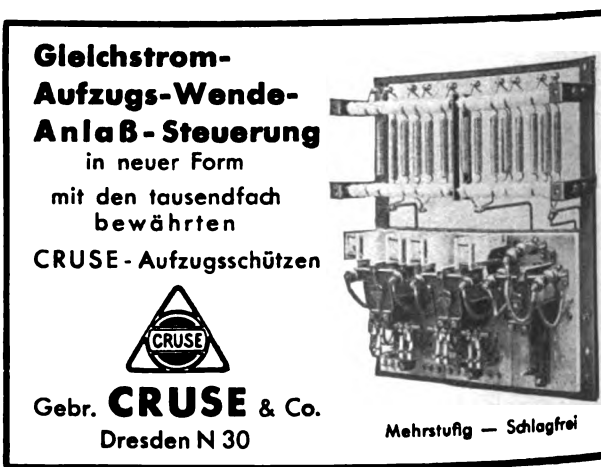
Beilagen: Preis für je 1000 Beilagen (bis 25 g Gewicht) einschl. Postgebühr: RM 20,—. Zahl der erforderlichen Beilagen auf Anfrage.

Erfüllungsort für beide Teile Berlin-Mitte.

Schluß der Anzeigenannahme: Montag vormittag 8 Uhr

Geschäftlicher Verkehr

Zuschriften und Sendungen für Anzeigen, Beilagen, Sonderdrucke und sonstige geschäftliche Fragen an die Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9, Linkstr. 22-24. Drahtanschrift: Springerbuch Berlin. Fernsprecher: 21 81 11. **Bankkonten:** Reichsbank-Girokonto: Deutsche Bank, Depositenkasse C, Berlin W 9, Berliner Handels-Gesellschaft, Berlin W 8. **Postscheckkonto:** Berlin Nr. 118 935. Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9.



Der keramische AEG-Vollherd 38.

Mitteilung der AEG.

Die Nachfrage nach Elektroherden ist um ein Vielfaches über die Absatzzahlen der Vorjahre angewachsen, wozu die zahlreichen Siedlungsbauten, die Errichtung von Eigenheimen, sowie die Erneuerung von Altwohnungen besonders beigetragen haben.

Es erwies sich als notwendig, einen Herd herzustellen, bei dem möglichst wenig Eisenblech verwendet wird. Als Austauschwerkstoffe wurden von der AEG im Sinne des Vierjahresplanes deutsche Werkstoffe verwendet, so daß

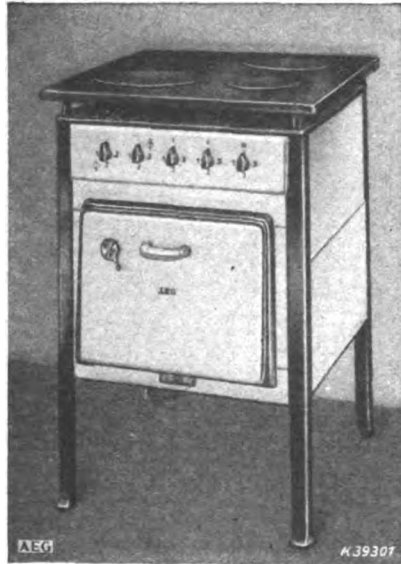


Abb. 1. AEG-Vollherd 38.

sich daher als Herdverkleidung an allen Stellen, die nicht sichtbar sind, mit gutem Erfolg verwenden. Für die sichtbaren Teile des Herdes mußte ein Werkstoff gefunden wer-

den, der früher für einen Herd benötigten Eisenmenge heute eine weit größere Anzahl von Herden hergestellt werden kann.

Nach längeren Versuchen wurde festgestellt, daß zwei deutsche Werkstoffe hierfür besonders geeignet sind, nämlich Feinsteingut und Asbest-Zement.

Asbestzementplatten werden bereits in der Elektrotechnik an verschiedenen Stellen verwendet; derartige Platten sind sehr widerstandsfähig und lassen

sich daher als Herdverkleidung an allen Stellen, die nicht sichtbar sind, mit gutem Erfolg verwenden. Für die sichtbaren Teile des Herdes mußte ein Werkstoff gefunden wer-

den, der früher für einen Herd benötigten Eisenmenge heute eine weit größere Anzahl von Herden hergestellt werden kann. Nach längeren Versuchen wurde festgestellt, daß zwei deutsche Werkstoffe hierfür besonders geeignet sind, nämlich Feinsteingut und Asbest-Zement. Asbestzementplatten werden bereits in der Elektrotechnik an verschiedenen Stellen verwendet; derartige Platten sind sehr widerstandsfähig und lassen

sich daher als Herdverkleidung an allen Stellen, die nicht sichtbar sind, mit gutem Erfolg verwenden. Für die sichtbaren Teile des Herdes mußte ein Werkstoff gefunden wer-

den, der früher für einen Herd benötigten Eisenmenge heute eine weit größere Anzahl von Herden hergestellt werden kann. Nach längeren Versuchen wurde festgestellt, daß zwei deutsche Werkstoffe hierfür besonders geeignet sind, nämlich Feinsteingut und Asbest-Zement. Asbestzementplatten werden bereits in der Elektrotechnik an verschiedenen Stellen verwendet; derartige Platten sind sehr widerstandsfähig und lassen

sich daher als Herdverkleidung an allen Stellen, die nicht sichtbar sind, mit gutem Erfolg verwenden. Für die sichtbaren Teile des Herdes mußte ein Werkstoff gefunden wer-

den, der früher für einen Herd benötigten Eisenmenge heute eine weit größere Anzahl von Herden hergestellt werden kann. Nach längeren Versuchen wurde festgestellt, daß zwei deutsche Werkstoffe hierfür besonders geeignet sind, nämlich Feinsteingut und Asbest-Zement. Asbestzementplatten werden bereits in der Elektrotechnik an verschiedenen Stellen verwendet; derartige Platten sind sehr widerstandsfähig und lassen

sich daher als Herdverkleidung an allen Stellen, die nicht sichtbar sind, mit gutem Erfolg verwenden. Für die sichtbaren Teile des Herdes mußte ein Werkstoff gefunden wer-

den, der früher für einen Herd benötigten Eisenmenge heute eine weit größere Anzahl von Herden hergestellt werden kann. Nach längeren Versuchen wurde festgestellt, daß zwei deutsche Werkstoffe hierfür besonders geeignet sind, nämlich Feinsteingut und Asbest-Zement. Asbestzementplatten werden bereits in der Elektrotechnik an verschiedenen Stellen verwendet; derartige Platten sind sehr widerstandsfähig und lassen

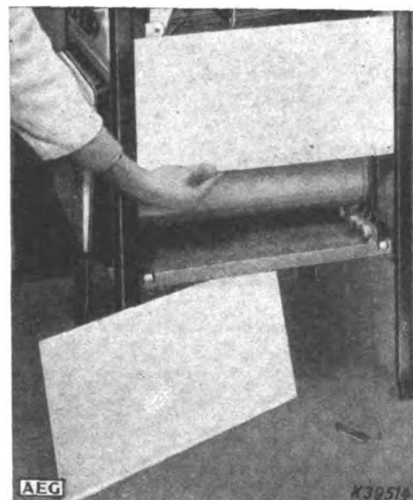


Abb. 3. Einschleiben der keramischen Seitenteile.

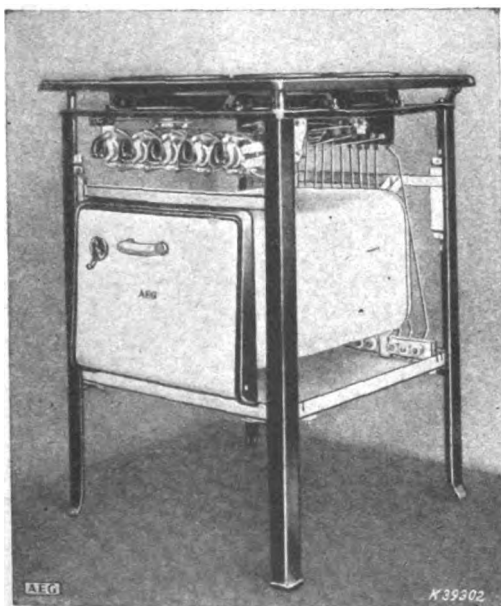


Abb. 2. Innenaufbau des AEG-Vollherdes 38.

den, der im Aussehen den bisher verwendeten weiß emailierten Eisenblechplatten möglichst gleichkommt, sich leicht reinigen läßt und auf Jahre hinaus ein gutes Aussehen behält. Diese Forderungen werden von Feinsteingut, einem besonders festen und dauerhaften keramischen Stoff, er-

Die Verwendung isoliergekapselter Geräte und Anlagen, Bauform J.

Mitteilung der AEG.

Isoliergekapselte Schalt- und Verteilungsanlagen¹⁾ werden immer mehr angewandt. Die anfänglich aufgetretenen Bedenken, daß die mechanische Festigkeit zu gering sei, konnten in der Praxis widerlegt werden. Die Vorteile, auf die noch eingegangen wird, haben zusammen mit der Möglichkeit, Devisenersparnisse durch die Verwendung von Heimstoffen zu erzielen, zu dieser Entwicklung geführt. Hinzu kommt, daß durch die Schaffung neuer Geräte der Anwendungsbereich vergrößert wurde.

Die Isolieranlagen werden daher insbesondere für diese Zwecke sehr stark herangezogen.

Ein ähnliches Anwendungsgebiet sind die Stellen, an denen auf geringes Gewicht der Anlagen Wert gelegt werden muß. Trotz der Verwendung kräftiger Gehäuse wiegt die Isolierkapselung naturgemäß bedeutend weniger als die Gußkapselung.

Schließlich ergibt sich noch ein nicht zu unterschätzendes Anwendungsgebiet aus der Widerstandsfähigkeit gegen chemische Einflüsse. Der isoliergekapselte Werkstoff der Bauform J ist betriebszuverlässig in Räumen mit organischen und anorganischen Säuredämpfen, sofern diese nicht in zu starker Konzentration auftreten. Bezüglich der Widerstandsfähigkeit gegenüber basischen Dämpfen, mit Ausnahme von Natron- und Kalilauge, bestehen keine Bedenken. Das Material läßt sich in Bleichereien, Akkumulatorenräumen, Laboratorien und vielen chemischen Betrieben mit Erfolg verwenden.

Die Geräte sind aus Tenacit, Type S, hergestellt und sorgfältig durchgebildet. So wurde die Haltbarkeit durch Verstärkungsrippen, Gewebereinlagen in Deckel und Kastenböden, Verstärkung der Ecken, durch welche Befestigungsschrauben geführt werden, usw. erhöht.

Die Abdichtung der Deckel, der Anschlußstutzen sowie der Geräte untereinander erfolgt durch Gummidichtungen. Die Gummipatte zwischen den Flanschen zweier aneinander gebauter Kasten gleicht außerdem Verwindungen aus, wenn die Anlage auf einer nicht ganz eben gehaltenen Wand angebracht wird.

Trotz der kleinen Abmessungen der Isoliergeräte ist auf leichten und übersichtlichen Anschluß der Leitungen großer Wert gelegt.

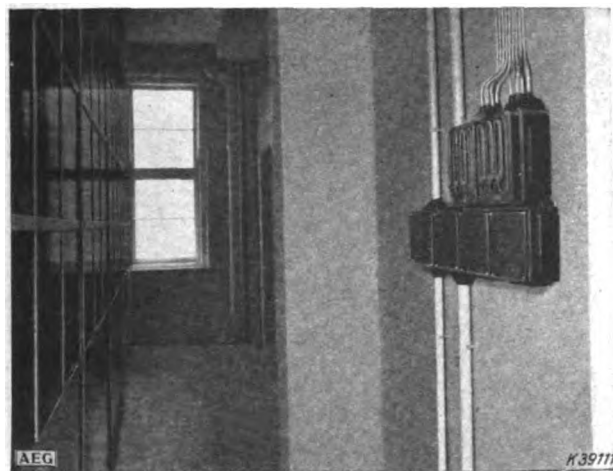


Abb. 1. Isoliergekapselte Anlage im Flur eines Verwaltungsgebäudes.

Die isoliergekapselten Geräte wurden nicht, wie oft angenommen wird, auf den Markt gebracht, um mit den bekannten, gußgekapselten Bauformen in Wettbewerb zu treten, sondern um sie zu ergänzen. So werden schwere und rauhe Betriebe, in denen mit starker, mechanischer Beanspruchung im voraus zu rechnen ist, stets die gußgekapselten Ausführungen verwenden. Dagegen werden in anderen Betrieben die isoliergekapselten Geräte wegen ihrer Vorzüge den gußgekapselten oft auch dann vorgezogen, wenn die gestellten Bedingungen auch mit der gußgekapselten Ausführung zu erfüllen wären. Vor allem aber finden die isoliergekapselten Anlagen dort Eingang, wo die Betriebsbedingungen mit anderem Werkstoff schlecht oder nur mit erhöhtem Aufwand zu erfüllen sind. Solche Fälle sollen nachstehend kurz gezeigt werden.

Die bei gußgekapselten Anlagen notwendige Erdung, Nullung oder Schutzschaltung bietet unter Umständen Schwierigkeiten und ist in manchen Anlagen mit erhöhten Kosten verknüpft. Ein einwandfreier Berührungsschutz ist dann am zweckmäßigsten mit isoliergekapseltem Material zu erreichen. Da ein Berühren von Teilen, die Spannung führen oder die im Betrieb Spannungen annehmen könnten, bei der Isolierkapselung unmöglich ist, entfallen alle zusätzlichen Maßnahmen und die damit verbundenen Kosten.

In Räumen, in denen gefällig wirkende Anlagen verlangt werden, z. B. in Büros, Verkaufsräumen, Ausstellungen, Theatern, sind gerade die formvollendeten Isoliergeräte mit ihrer dunkelbraunen Tönung am Platze.



Abb. 2. Isoliergekapselte Verteilungsanlage in einem Büro.

Hervorstehende Befestigungslappen sind an den Kasten vermieden, so daß die rechteckig geformten Gehäuse unter größter Raumausnutzung zusammengebaut werden können.

Die Abbildungen 1 und 2 zeigen Beispiele ausgeführter Anlagen. Solche Anlagen können erstellt werden von der kleinsten Ausführung, bestehend aus einem einfachen Verteilungskasten, bis zu Anlagen mit vielen Feldern und bis 200 A je Zuleitung.

¹⁾ S. auch AEG-Druckschrift 8a/V 60.

Stellengesuche**Elektroingenieur**

1. Kraft, staatl. gepr. Elektr.-Maschinenbau-Mstr. 5 Sem. H. T. L., 34 J. alt, energ., auß. viels. Prakt., gewandter Berechner, sucht sich in gr. verantw. Wirkungskr. zu veränd. Gefl. Angeb. an E. Steuber, Düsseldorf, Karolingerstraße 69. [1367]

Elektro-Techniker

34 J., gute Erscheinung, vielseitig begabt, m. reich. prakt. u. theor. Kenntnissen, anpassungsfähig, s. s. zu verändern. Vertrauensstellung. Gefl. Zuschriften an F. Batzer, Ahrweiler, Friedrichstr. 15. [1371]

Abnahme- und Revisions-Ingenieur, led., arisch, 47 J., z.Zt. b.größ.E.-W., sucht, gestützt auf beste Empfehlungen, neuen Wirkungskreis. Angebote erb. an K. Heyne Flensburg, Postfach. [1383]

Oberingenieur

einer Kondensatorenfabrik mit theoretischen Kenntnissen, experimentellem Geschick und Sondererfahrungen auf dem Gebiete der Hochspannungs- und Gleichrichtertechnik wünscht sich zu verändern. [1361]

Angebote an:

Dr.-Ing. P. Hochhäusler, Porz a. Rh.

Energiewirtschaftler

(Dr.-Ing.)

seit 3½ Jahren ungek. verantwortl. tätig im Reichsdienst, vorher ab 1927 leitd. organ. Posten in Elektrogroßbetr., 37 J., vielseit. Wissen u. Können, repräs. zielklarer Unterhändler, erfolgr. in Menschenführg., sucht wieder Anschluß an Erfolgsarbeit in Industrie oder Organismen, in oder nahe Berlin (eig. Kfz.). Alt-Pg., Vertrauen bei Partei u. Staat. Ernste und genaue Ang. erb. u. „Engwirt“ an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9. [1387]

Stellenangebote**Wir suchen jüngeren Diplom-Ingenieur der Elektrotechnik**

als Assistent des Betriebsleiters. Erwünscht sind praktische Erfahrungen im Zählerprüfwesen. Bewerbungen mit Zeugnisabschriften, Lebenslauf und Gehaltsansprüchen erbeten an

Elektr. Ueberland-Centrale Oberhausen A.G.
Herbolzheim (Breisgau), Schließfach 16 [1311]

Je einen jüngeren Elektro-Ingenieur

- a) für die Offert-Abteilung
- b) für das Konstruktions-Büro

zum baldigen oder späteren Eintritt gesucht. Bewerbungen an ELBTALWERK EAG, Elektro-Spezialmotoren- u. Werkzeugschleifmaschinen-Fabrik, Heidenau-Dresden. [1297]

Wir suchen für das Laboratorium unserer Röhrenfabrik einen erstklassigen **Physiker od. Dipl.-Ingenieur** mögl. mit Erfahrungen auf dem Röhren- od. Kurzwellen-Gebiet sowie mit Kenntnissen der Hoch- und Niederfrequenzmeßtechnik. Angebote mit Gehaltsansprüchen, Lebenslauf, Lichtbild sowie Angabe des frühesten Antrittstermins an Radio A. G. D. S. Loewe, Berlin-Steglitz, Wiesenweg 10. [1379]

Für unsere Leitungsdrahtfabrik suchen wir zum baldigen Eintritt einen

tüchtigen Betriebsleiter

der über reiche Erfahrungen auf allen Fabrikationsgebieten verfügt. Dauerstellung bei hohem Gehalt! Ausführliche Bewerbungen an [1374]

WASKÖNIG & WALTER
Wuppertal-Langerfeld

Wir suchen zum möglichst baldigen Eintritt

Konstrukteure

für den feinmechanischen Apparatebau. Neben gründl. Erfahrung und absoluter Fachkenntnis im feinmech. Getriebe- und Apparatebau ist abgeschlossene Fachschulbildung Voraussetzung.

Bewerbungen mit Zeugnisabschriften, Lebenslauf, Lichtbild, Referenzen, Gehaltsansprüchen und Angabe des frühesten Eintrittstages erbeten an [1381]

HAGENUK

Hanseatische Apparatebau - Gesellschaft
Neufeldt & Kuhnke G.m.b.H., Kiel

Wir suchen für den Betrieb zum möglichst baldigen Eintritt einen tüchtigen

Elektro-Ingenieur

mit praktischen Erfahrungen auf dem Gebiet der Fernsprech- und Signaltechnik.

Bewerbungen mit selbstgeschriebenen Lebenslauf, Lichtbild und Zeugnisabschriften. Eintrittstermin, Gehaltsansprüchen sowie Angabe der Kennziffer BFW 105 erbeten an: [1368]

BAYERISCHE FLUGZEUGWERKE A.G.
Augsburg, Personalabteilung.

Wir suchen zum baldigen Eintritt:

Ingenieure mit abgeschlossener Fachschulbildung für das Laboratorium, ferner Techniker für das Prüffeld

Herren mit Erfahrungen und erfolgreicher Praxis auf dem Gebiet der Hoch- und Mittelfrequenz-Nachrichtentechnik werden bevorzugt.

Bewerbungen mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild, Angabe der Gehaltsansprüche und des frühesten Eintrittstermins erbeten unter Kenn-Nr. 148 an das Personalbüro der [932]

ELECTROACUSTIC GmbH, Kiel

Stahlblechgekapselte Schaltanlagen.

Mitteilung der AEG.

Bei der Erstellung von gekapselten Niederspannungsanlagen, bei denen durch besondere Umstände das Gewicht von ausschlaggebender Bedeutung ist, wird vorteilhaft die Stahlblechkapselung¹⁾ verwendet. Bei den von der AEG geführten Geräten in dieser Kapselung sind die Gehäuse aus kräftigem Stahlblech gezogen, das einen Kupferzusatz enthält. Außerdem erhalten alle Kasten einen dauerhaften, schwarzen Lackanstrich und bieten so gegen atmosphärische und alle normalen betrieblichen Einflüsse den besten Schutz. Bezüglich der Kapselung

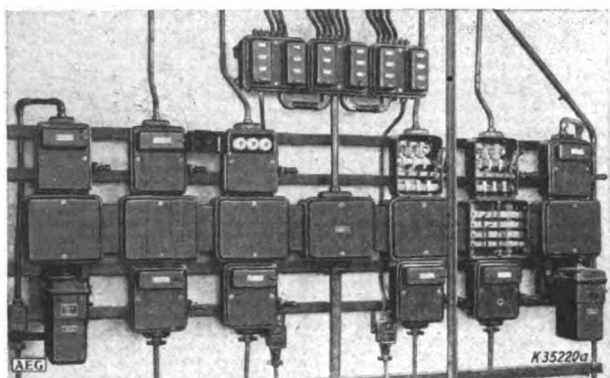


Abb. 1. Stahlblechgekapselte Schaltanlage mit Sammelschienenkasten der kleinen Form.

entsprechen sie der Schutzart P 30 (DIN VDE 50). Auf Wunsch kann die Ausführung auch nach Schutzart P 42 erfolgen; in diesem Falle werden die Stoßfugen durch Profilgummi abgedichtet.

Die einzelnen Geräte werden bei Zusammenstellung zu Anlagen an Sammelschienenkasten angebaut, die in zwei verschiedenen Formen hergestellt werden. Die kleinere Ausführung ist mit Sammelschienen bis 200 A ausgerüstet, während die größeren Sammelschienen von 350 A bis 1000 A erhalten kann. In beiden Fällen werden Flachschienen verwendet. Abb. 1 zeigt eine Anlage mit den Sammelschienenkasten der kleinen Form, die seitlich unter Verwendung von Zwischenstützen zusammengebaut werden. Für den Anbau sind Sicherungskasten, Hebelaus- und Hebelumschalter, Schaltkasten in zwei- und dreipoliger Ausführung bis 200 A vorhanden, ebenfalls Verteilungskasten für Schraubsicherungen, Elfa-Schraub- oder Elfa-Steckautomaten. In jedem Feld läßt sich oben und unten immer nur ein Gerät anbauen, ausgenommen Motorschutzschalter OSB 16 und MSBO 25. Diese Schalter können nur unterhalb angebaut werden, und die zugehörigen Versicherungen werden oberhalb des Sammelschienenkastens angeordnet. Strom- und Spannungsmesser sind halbrunde Aufbauinstrumente.

Die größere Form der Sammelschienenkasten (Abb. 2) wird in drei verschiedenen Längen hergestellt. Bei gleicher Höhe und Breite werden die Kasten in den Längen 390, 650 und 1000 mm hergestellt und werden oben und unten für den Anbau der einzelnen Geräte je nach Bedarf mit entsprechenden Ausschnitten versehen. An einen Sammelschienenkasten lassen sich also mehrere Geräte sowohl oben als auch unten anbauen. Hierdurch ergeben sich eine günstige Raumaussnutzung, eine kurze Baulänge und somit auch eine Werkstoffersparnis.

¹⁾ S. auch AEG-Druckschrift Sa/V 50 T III.

Alle Geräte, welche sich an das kleine Sammelschienensystem anbauen lassen, kann man auch an die großen Kasten ansetzen. Außerdem sind Sicherungskasten für Hochleistungspatronen mit abnehmbarem Griff bis 600 A vorhanden. Hebelausschalter können für Drehstrom 500 V bis 600 A, Hebelumschalter und Schaltkasten mit Sicherungen bis 350 A vorgesehen werden. Bei Gleichstrom bis 500 V liegen die Nennstromstärken etwas niedriger. Entsprechend der längeren Sammelschienenkasten sind auch größere Verteilungskasten für Licht und Kraft vorhanden. Diese Geräte können beliebig oben oder unten angebaut werden.

Die Motorschutzölschalter Form OSB und MSBO lassen sich bis 125 A unter Verwendung von Schalterträgern anbringen; von den Schaltern für 16 A lassen sich z. B. sechs an einem Schalterträger unterbringen. Motorschutz-Oelschalter für 125 A und Sterndreieckschalter für 50 und 110 A sind ihrer Größe entsprechend immer unten anzuordnen. Wenn Schalter verwendet werden, welche Versicherungen erfordern, so werden diese innerhalb des Sammelschienenkastens auf den Sammelschienen angebracht. In einem Kasten können bis zu 6 Satz Versicherungen angeordnet werden.

Werden Luftschalter für den Motorschutz verlangt, so werden die Formen MSB bis 200 A und EM bis 600 A ebenfalls in stahlgekapselter Ausführung vorgesehen.

Neben den bisher genannten Aufbauinstrumenten können bei Verwendung von Sammelschienen bis 600 A in die Deckel der Sammelschienenkasten Strom- und

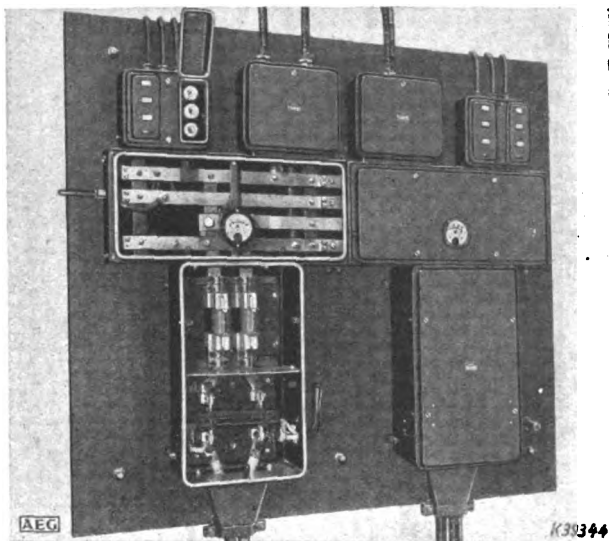


Abb. 2. Stahlblechgekapselte Schaltanlage mit Sammelschienenkasten der großen Form.

Spannungsmesser eingebaut werden. Auch hierdurch wird es oft möglich sein, an Baulänge zu sparen. Etwa erforderliche Wandler werden als Ringstromwandler innerhalb auf den Zuleitungen angeordnet.

Für beide Arten der Sammelschienenkasten, deren seitlicher Zusammenbau nicht möglich ist, sind entsprechende Zähler- und Wandlergehäuse vorhanden.

Alle Geräte des stahlblechgekapselten Materials können auch für Einzelanbringung verwendet werden.

Stellengesuche

Oberingenieur

(Elektrotechnik) VDE, 48 Jahre, HTL, seit über 16 Jahren als Abteilungsleiter bei Großfirmen tätig, früher mehrere Jahre im Auslande, z. Z. in ungekündigter Stellung, wünscht sich zum 1. 7. 38 oder später zu verändern und sucht neuen Wirkungskreis.

Geboten werden: Umfangreiche Fachkenntnisse und Erfahrung in der Projektierung und Ausführung von Hoch- und Niederspannungsanlagen, insbesondere auf dem Gebiet der Großinstallationen und Industrieanlagen, kaufmännische Veranlagung, nachweislich erfolgreiche Verkaufs- und Werbetätigkeit, Gewandtheit im Verkehr, zielbewußtes, tatkräftiges Arbeiten, Fähigkeit großes Büro- und Montagepersonal zu leiten, beste Zeugnisse.

Zuschriften sind zu richten an [1396]

Wilhelm Müller

Berlin-Charlottenburg, Schlüterstr. 13

Elektro-Dipl.-Ing. Sudetendeutsch., reinar., verh., 31 J., 3jähr. techn.-kommers. Praxis in Rundfunk., 2jähr. Tätigkeit als Organisator und Betriebsleit. i. Elektrount., derz. ungek., Tschech. perf., gute engl. u. franz. Kenntn., sucht ausbauf. Wirkgskr., i. Labor, Fernmldw. oder Elektrofrö., später auch Betr. Z. Z. in Prag in Stellung. Angebote erb. unter Kennwort „Wissenschaftl. Betätigung“/E. 1399 an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Dipl.-Ing., 41 Jahre, Arier, mit 13jähriger Konstruktions- und Fabrikationspraxis auf dem Gebiet der Rundfunk-einzelteile, H-F-Techniker, Spezialist für Draht- und Masse-Widerstände, seit sechs Jahren bei bekannter Spezialfabrik in leitender Stellung sucht zum 1. 7. 1938 neuen Wirkungskreis. Angebote an Dipl.-Ing. W. Hassel, Berlin W 30, Schwäbische Straße 21. [1419]

ELEKTRO-INGENIEUR
31 J. alt, verh., Pg., langj. Fachmann in Licht, Kraft, Tarifanlagen u. Freileitungsbau, vertr. mit VDE-Vorschr., wünscht sich zu verändern. **Heinr. Tönsing**, Rheine i. Westfalen, Dutumerstr. 80. Führerschein 3b vorhanden. [1424]

Elektro-Maschinen-Betriebsleiter, langjährige Elektrowerkpraxis, Erfahrung in der Reparatur von Elektromotoren, Transformatoren, Dampf- und Wasserkraftmaschinen sowie Installation, wünscht sich zu verändern. Anfragen erbeten an [1398]
Ernst Trittreummel, Edelschrott 21 (Steiermark).

Staatl. geprüfter

Elektromeister

erste Kraft in allen Arbeiten für Hoch- und Niederspannung, sucht Stellung in mittlerem Elektrizitätswerk. Angeb. an **Max Gellsdorf**, Aue i. S., Schneeberger Str. 42 [1413]

Elektroinstallateur

33 Jahre alt, Pg., 3 Semester Fachschule u. Meisterprüfung, sowie langj. Erfahrung im ganzen Elektrogebiet, sucht sich als Monteur od. Anfangsstellung als Meister oder Techniker zu verändern. Angebote an **Kurt Rosmarinowsky**, Bruchsal, Rheinstr. 27. [1423]

Stellenangebote

Tüchtiger, erfahrener Betriebselektriker, besonders vertraut mit Hochspannungsanlagen und in Motoren- und Traforeparaturen bewandert, zum baldigen Eintritt gesucht. Angebote mit Lichtbild, Lebenslauf und Zeugnisabschriften an **Aschaffenburg Zellsstoffwerke, Aktiengesellschaft, Werk Redenfelden**, Post: Raubling Obby. [1421]

Wir suchen zum möglichst baldigen Eintritt einen jüngeren

ELEKTRO-INGENIEUR

mit mehrjähriger Betriebserfahrung. Angebote mit ausführlichem Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschriften, Gehaltsansprüchen sowie bestimmten Angaben über Eintrittstermin erbeten an [868]



Felten & Guilleaume
Carlswerk Eisen und Stahl
Aktiengesellschaft, Köln - Mülheim
Personal-Abteilung

KONSTRUKTEURE

mit Fach- oder Hochschulbildung und Erfahrungen auf dem Gebiet der Feinmechanik.

Außerdem

ZEICHNER

zur Anfertigung feinmechanischer Werkstatt-Zeichnungen. Gelernte Feinmechaniker werden bevorzugt.

Bewerbungen mit handgeschriebenem Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild und Angaben über Gehaltsansprüche und frühesten Eintrittstag erbeten an das Sekretariat A der [1431]

H&B HARTMANN & BRAUN AG
FRANKFURT AM MAIN - WEST 13

Elektromeister

Spezialist zur Installation von Feinstwerkzeugmaschinen mit komplizierten elektrischen Einrichtungen gesucht. Nur wirklich erfahrene und zielbewußte Fachleute wollen sich unter Beifügung von Zeugnisabschriften, Lichtbild, eines handgeschriebenen Lebenslaufes und unter Angabe der Gehaltsansprüche bewerben. [1433]

Herbert Lindner

Fabrik für Werkzeugmaschinen zur Feinstbearbeitung, Berlin-Wittenau, Lübarser Str. 4-17

Die Arbeit der AEG im Jahre 1937.

Mitteilung der AEG.

Der gesteigerte Bedarf an elektrischer Energie und an hochwertigen elektrischen Ausrüstungen, der die Entwicklung des letzten Jahres kennzeichnete, erforderte auch bei der AEG angespannte Tätigkeit auf allen Gebieten. Im Jahre 1937 erhielt die AEG Aufträge auf Dampfturbinen mit etwa 2 Millionen kW Gesamtleistung; ein Viertel davon wurde vom Ausland bestellt. Die Einzelleistungen der größten dieser Maschinen belaufen sich auf 50000 kW bei zweigehäusigen und 40000 kW bei eingehäusigen Turbinen. — Stromerzeuger wurden bis 62500 kVA Einzelleistung gebaut.

Ferner wurde die AEG im Jahre 1937 mit der Ausführung bzw. der Erweiterung von 22 Kraftwerken beauftragt. Drei erweiterte Anlagen und vier Neuausführungen, zwei davon im Ausland, wurden in Betrieb genommen.

Auf dem Gebiet der Umspanner wurden bezüglich des Eisenkernes, des Wicklungsaufbaus und der Isolier-

flüssigkeit beachtliche Fortschritte erzielt. Von den umfangreichen Lieferungen sind zwei Wanderspanner von je 120 000 kVA in schwingungsfreier, oberwellenarmer Bauart bemerkenswert, die mit angebauten Durchführungen bahnversandfähig sind. Auch von der Industrie wurden zahlreiche Umspanner mit z. T. sehr bedeutenden Leistungen bestellt (s. Bild).

Die chemische Industrie zeigte besonderes Interesse für Großgleichrichteranlagen für Elektrolyse; eine große Anlage für 80000 A, 800 V mit Freiluftumspannern wurde in Betrieb

genommen. Weitere Großanlagen sind im Bau.

Die wichtigsten der im letzten Jahr von der AEG ausgeführten Schaltanlagen sind mit Druckgasschaltern als Leistungsschalter ausgerüstet. Besonders günstig lassen sich die Anlagen mit Freistrahldruckgasschaltern ausführen. Unter den Lieferungen sind mehrere 100 000-V-Anlagen bemerkenswert.

Auf dem Gebiet der Starkstromkabel wurden umfangreiche Entwicklungsarbeiten zur Verwendung von Kunststoffen geleistet. Etwa 90 km Oelkabel für 150 000 V und 100 000 kVA wurden vom Ausland bestellt. Einige Fluß- und Seekabel wurden nach dem kostensparenden Einspülverfahren verlegt. — Von den im Jahre 1937 gelieferten Freileitungen sind eine für 220 000 V und mehrere für 100 000 V zu erwähnen.

Das Interesse für Fernwirkanlagen hat sich besonders im Ausland erheblich gesteigert. Erfolgreiche Entwicklungsarbeit wurde auch im Fernmeldewesen geleistet; u. a. ist ein neues Breitbandkabel für Fernseh- und Fernsprechübertragung in beiden Richtungen bemerkenswert. Für Vielfachträgerstrom-Systeme (L-, U- und B-Systeme) wurden Endapparaturen und Verstärker geschaffen. An der Erstellung der Fernsehverbindungen Berlin—München und Berlin—Hamburg war die AEG beteiligt; nach dem Ausland wurden bedeutende Rund-

funkkabel-Anlagen geliefert, ferner erhielt die AEG einen Auftrag über 20 km Tiefseekabel.

Elektrische Antriebe für industrielle Ausrüstungen konnten weiter an die Arbeitsmaschinen angepaßt werden; die elektrischen Steuerungen wurden weitgehend verfeinert. Für die Eisenindustrie konnte die AEG eine Anzahl von Walzwerksantrieben liefern oder in Auftrag nehmen, auch Gleichrichteranlagen für Walzmotoren wurden mehrfach erstellt. Für den Bergbau wurden mehrere große Fördermotoren fertiggestellt und Ausrüstungen für Bagger und Brikettfabriken geliefert. Für die fortschreitende Elektrifizierung der Untertagebetriebe wurde schlagwettergeschütztes Schaltmaterial entwickelt.

Im Jahre 1937 wurden insgesamt 24 große Kreiselverdichter mit insgesamt 152 100 PS Antriebsleistung in Auftrag genommen; eine Anzahl Hüttenwerksgebläse wurde mit Fernsteuerung ausgerüstet. — Bemerkenswert

sind auch die Verbesserungen, die an Antrieben und Steuerungen von Werkmaschinen erzielt wurden. Der zunehmenden Bedeutung der Elektrowärme entsprach die Nachfrage nach Industrieöfen, die in verschiedenen Ausführungen und Größen erstellt wurden. Für die Papierindustrie wurden Mehrmotorenantriebe mit Drehstrom-Nebenschluß-Kommutatormotoren geliefert, u. a. für eine der größten europäischen Papiermaschinen (6 m Siebbreite, 450 m/min größte Arbeitsgeschwin-

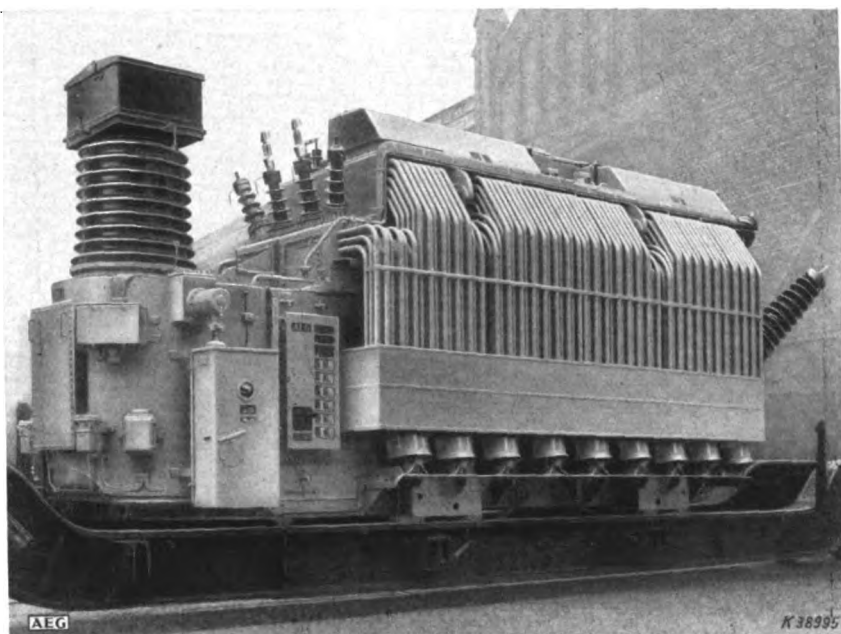
digkeit). Für die chemische Industrie wurden von der AEG u. a. Ausrüstungen für Anlagen zur synthetischen Benzinerzeugung erstellt. Auch für die Gummiindustrie, die Zementindustrie, die Zuckerindustrie und für Molkeereien wurden zahlreiche Antriebe und elektrische Ausrüstungen geliefert. Im In- und Ausland wurden zahlreiche Laboratoriums- und Prüfeinrichtungen aufgestellt.

Auf dem Gebiet der elektrischen Bahnen sind die Lieferungen von Industriebahn- und schlagwettergeschützten Grubenlokomotiven bemerkenswert; auch die Ausrüstung von Triebwagen der Deutschen Reichsbahn, von Straßenbahn- und Omnibuslinien nehmen einen großen Umfang ein.

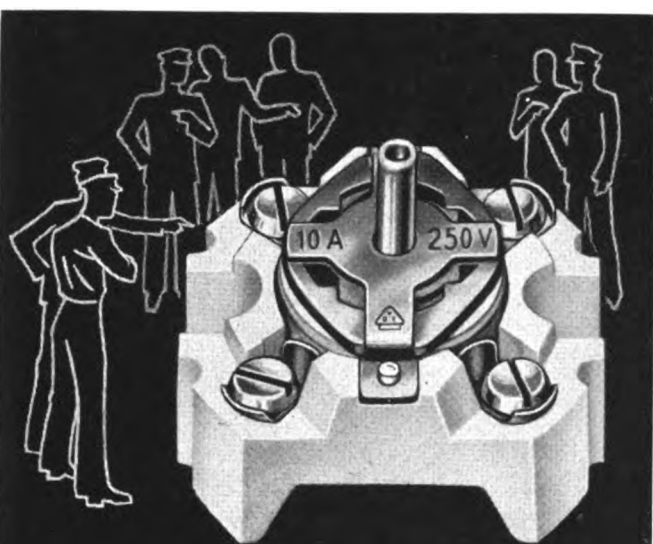
Die AEG konnte ferner im Jahre 1937 mit mehreren sehr wirkungsvollen Festbeleuchtungsanlagen in die Öffentlichkeit treten. — Hausgeräte und Installationsmaterial wurden weitgehend auf deutsche Werkstoffe umgestellt.

Im Meßwesen wurden vor allem Gleichrichter-Meßgeräte für Frequenzen von 30 ... 10 000 Hz entwickelt. Oelarme und trockenisolierte Wandler wurden vervollkommen; neugeschaffen wurden die Gleichstromwandler.

Die Technisch-Physikalischen Werkstätten nahmen im Jahre 1937 ihre Tätigkeit auf und traten mit zahlreichen wissenschaftlichen Meßeinrichtungen hervor.



20 000-kVA-Wanderspanner 105/10, 75 000 V, mit Zusatzkühlung durch Elektrogebläse.



Ein Meisterwerk... der Deisting- Schalter!

„Sicher
in der Leistung“



„Gut
in der Form“



„Einfach in
der Anwendung“



Vertrieb
durch den

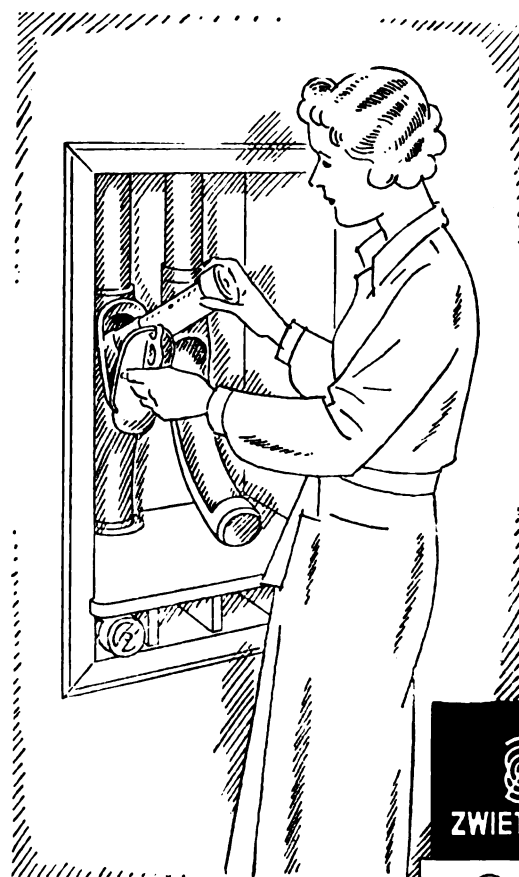


Elektro-
Grosshandel

Deisting

**Dr. Deisting & Co. G.m.
Kierspe (Westf.) b. H.,**

Spezialfabrik elektrotechnischer Installations-Apparate
Z R 38



Rohrpost einsetzen!

Die Rohrpost, seit 70 Jahren im Postdienst, seit 40 Jahren in Großunternehmen bewährt, kann heute jedem Betrieb dienen. Überall, wo es erforderlich ist, Schriftstücke, Wechselgeld, kleine Gegenstände, Proben usw. sekundenschnell zu befördern, bringt der Einsatz einer Rohrpost Hilfe und Gewinn. Überall können wir die richtige Anlage vorschlagen, von der Klein-Rohrpost mit zwei Stellen bis zur großen vollselbsttätigen Weichen-Rohrpost bis zu 700 Stellen.

Verlangen Sie bitte unsere Druckschriften.

Telephon-Apparat-Fabrik E. Zwietusch & Co. GmbH
Berlin-Charlottenburg 2 • Salzufer 6-7

Ein neues thermisches Ueberstromzeitrelais.

Mitteilung der AEG.

Für den Schutz von Motoren werden seit langem thermische Ueberstromzeitrelais mit gutem Erfolg verwendet. Die Verzögerung der hierbei benutzten Wärmeelemente verläuft angenähert wie die Erwärmung und Abkühlung der Motoren und ermöglicht dadurch einen sicheren und einfachen Ueberlastungsschutz.

Der Wunsch nach weitgehender Ausnutzung der geschützten Motoren bedingt eine erhöhte Genauigkeit der Schutzrelais. Der eingestellte Ansprechstrom und die

Der Ansprechstrom wird nicht, wie meist üblich, mechanisch durch Aenderung der Länge des Kontaktweges eingestellt, sondern mit einem veränderlichen Widerstand 10, welcher der Heizwicklung 2 parallel geschaltet ist und eine Einstellung zwischen 4 und 8 A gestattet. Dadurch läßt sich der Ansprechstrom an verschiedene Motornennströme und Belastungen ausreichend anpassen.

Die geeichten Skalenwerte entsprechen den sekundären Nennströmen der zu schützenden Motoren. Erst beim 1,1 ... 1,15fachen des eingestellten Stromes erfolgt das Auslösen des Relaiskontaktes in der längsten Zeit, welche die Kennlinie angibt.

Bei hohen Ueberströmen betätigen eingebaute elektromagnetische Schnellauslöser die Auslösung. Die Schnellauslösung ist zwischen dem 4- und 12fachen Nennstrom einstellbar.

Das Relais wird nur in zweipoliger Ausführung geliefert. Jedes Element hat einen Auslösekontakt, so daß sich keine Zeitunterschiede beim ein- oder zweipoligen Ansprechen ergeben. Der Nullpunkt von Hochspannungsmotoren¹⁾ ist zumeist nicht geerdet, so daß nur Fehler zwischen zwei Phasen Ueberströme hervorrufen, die mit zweipoligen Relais sicher erfaßt werden können.

Die Abschaltleistung des Auslösekontaktes ist infolge der schlagartigen Öffnung etwa zehnmal so groß wie bei der sonst üblichen langsamen Kontaktbetätigung. Bei 220 V Wechselstrom kann ein induktiver Stromkreis von 900 VA Leistungsaufnahme abgeschaltet werden.

Trotz der Leistung, die für die Verklünnungsarbeit bei der Kontaktbetätigung aufzuwenden ist, beträgt der Eigenverbrauch nur 5 VA bei Einstellung auf 4 A und

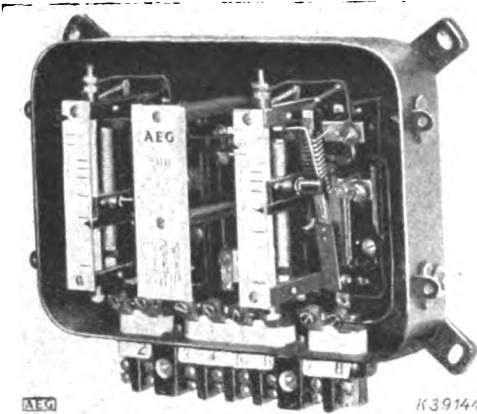


Abb. 1. Thermisches Ueberstromzeitrelais, zweipolig, ohne Kappe.

Auslösezeit sollen mit nur geringer Streuung genau eingehalten werden.

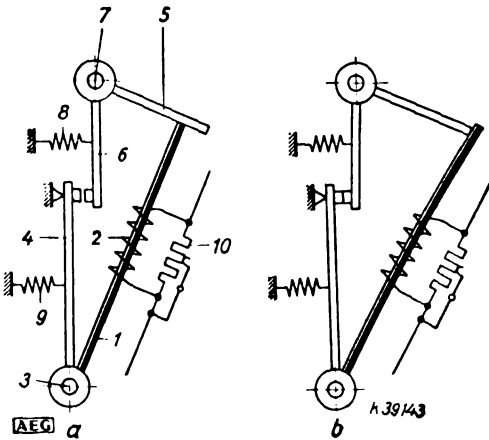
Abb. 1 zeigt ein neues thermisches Ueberstromzeitrelais der AEG mit einigen wesentlichen Verbesserungen. Das neue Relais hat gegenüber den bekannten Ausführungen folgende Vorzüge:

- schlagartige Kontaktgebung beim Öffnen und Schließen des Kontaktes,
- etwa zehnfach höhere Abschaltleistung,
- gleiche Auslösezeit beim gleichen Vielfachen des eingestellten Ansprechstromes,
- gleiche Auslösezeit beim ein- oder zweipoligen Ansprechen,
- genau geeichte, große Skalen für die Einstellwerte,
- geringere Streuung der Auslösezeit,
- genaue Temperaturkompensation.

Abb. 2 zeigt den grundsätzlichen Aufbau eines Elementes des neuen Relais. Der Bimetallstreifen 1 ist von der Heizwicklung 2 umgeben, das untere Ende des Streifens ist eingespannt, das untere Ende des Streifens ist eingespannt und mit dem Kompensationsstreifen 4 um die Achse 3 drehbar. Bei Erwärmung der Heizwicklung durch Ueberstrom biegt sich der Streifen 1 und rutscht von der Klinke 5 ab. Unter Einwirkung der Feder 8 erfolgt dabei eine Drehung des Kontakthebels 6 um die Achse 7, und der Kontakt wird schlagartig geschlossen. — Beim Erkalten biegt sich der Streifen 1 wieder gerade. Er dreht dabei den Streifen 4 um die Achse 3 und gleichzeitig damit den Kontakthebel 6 mit der Klinke 5 so weit, bis sich diese über den Streifen 1 hebt. Die Feder 9 zieht im gleichen Augenblick die Streifen 1 und 4 zurück, so daß sich der Kontakt auch schlagartig öffnen muß.

Der Streifen 4 ist ebenfalls aus Bimetall und in seinen Abmessungen nahezu gleich dem Streifen 1 gewählt, so daß eine genaue Kompensation bei Aenderungen der Außentemperatur erfolgt.

Die beschriebene Ausführung des Relais gilt für die Ausführung mit Arbeitskontakt. Bei Anwendung von Ruhekontakten ist die Wirkungsweise grundsätzlichen die gleiche.



- | | | |
|-----------------------|-------------------|------------------|
| 1 = Bimetallstreifen, | 5 = Klinke, | 8 = Feder, |
| 2 = Heizwicklung, | 6 = Kontakthebel, | 9 = Feder, |
| 3 = Drehachse, | 7 = Drehachse, | 10 = Widerstand. |

Abb. 2. Wärmeelement, a) vor dem Auslösen; b) nach dem Auslösen.

5 A Nennstrom. Bei höherem Ansprechstrom wird infolge des Parallelwiderstandes zur Heizwicklung die Leistungsaufnahme noch geringer.

- Die technischen Werte des Relais sind folgende:
- Nennstrom: 5 A.
 - Leistungsaufnahme: 5 VA bei Einstellung auf 4 A und 5 A Nennstrom,
 - Einstellung der Wärmeauslöser: 4 ... 8 A,
 - Einstellung der Schnellauslöser: 4 ... 12 I_n (20 ... 60 A),
 - Thermische Beanspruchung: 40 I_n während 0,3 s,
 - Kontakte: 1 Arbeits- oder 1 Ruhekontakt.
 - Abschaltleistung: 900 VA bei 220 V Wechselstrom,
 - Zuschaltstrom: 20 A bei 24 V Gleichstrom, 5 A bei 220 V Gleichstrom.

¹⁾ Für Niederspannungsmotoren s. AEG-Druckschrift Sa/V 4.

Stellengesuche

Elektro-Ing.

mit Meisterbrief, 41 J., verh., 27jähr. Praxis im gesamt. Installationswesen, Akquisition, Projekt., Montageleitung, Abrechnung; langjähr. Erfahrung in Konstruktion, Bau u. Montage v. Schaltanlag. u. Meßzentralen, sucht selbständ., leitenden Posten in ausbaufäh. Dauerstellung. [1485]

Carl Wintzen, W.-Barmen, Oskarstr. 5

Elektro-Maschinen-Betriebsleiter,

langjährige Elektrowerkspraxis, Erfahrung in der Reparatur von Elektromotoren, Transformatoren, Dampf- und Wasserkraftmaschinen sowie Installation, wünscht sich zu verändern. Anfragen erbeten an [1398]

Ernst Trittmittel,
Edelschrott 21 (Steiermark).

Elektro-Ingenieur

25 J., arisch, Absolv. d. Staatl. Akad. Chemnitz (7 Sem.), m. 10 M. Praxis i. el. Apparatebau (Konstr.), sucht per sofort od. später Anstellg. i. el. Lab. od. Prüffeld eines El.-Mot.- od. Trafo- od. Gleichrichter-Werkes od. i. el. Apparatebau-Prüffeld u. Montage. Gefl. Angeb. a. P. Arnold, Reistenhausen a. M. [1459]

Stellenangebote

AEG

sucht zum baldigen Eintritt

Ingenieur

mit Hoch- oder Fachschulbildung für Projektierung elektrischer Antriebe und Sondereinrichtungen für technische Entwicklung und Werbung

für die Arbeitsgebiete

chemische, keramische und Nahrungsmittelindustrie. Es wird entwicklungsfähige Stellung geboten.

Kennwort Cv 301

Prüffeld-Ingenieur

für Bahnapparate.

Kennwort M 24

Konstrukteure

a) für die Neuentwicklung von Schalt- und Steuerapparaten. Kennwort M 22

b) für kleine und mittlere elektrische Maschinen. Es kommen auch Anfänger in Frage. Kennwort M 23

Elektro-Ingenieur

mit abgeschlossener Hoch- oder Fachschulbildung für Entwicklungsaufgaben auf dem Gebiete der Starkstrom- und Relais-technik. Es handelt sich um ausbaufähige und gutbezahlte Stellen. Kennwort AT 215

Schriftliche Angebote mit ausführlichem Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild, Gehaltsansprüchen, frühestem Eintrittstermin und Angabe des Kennwortes an [1112]

Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft
Personalverwaltung Berlin NW 40

Elektro-Ingenieur

als Schaltanlagen-Projekteur zum sofortigen Eintritt gesucht. Angebote mit Lichtbild, Unterlagen und Gehaltsansprüchen an DEVAG, Ffm.-Rödelheim, Schließfach 17. [1498]

Bosch

Wir suchen für eine unserer Tochtergesellschaften außerhalb Stuttgarts einen jüngeren

PATENT-INGENIEUR

mit englischen und mögl. auch französischen Sprachkenntnissen.

Bewerbungen mit handgeschriebenem Lebenslauf, Lichtbild und Zeugnisabschriften sowie mit Angabe der Gehaltsansprüche bitten wir zu richten an

Robert Bosch G.m.b.H.

T 861 Angestelltenbüro
Stuttgart

[1463]



SIEMENS

Wir suchen zu baldigem Eintritt:

1. Ingenieure

mit abgeschlossener Ausbildung auf einer höheren technischen Lehranstalt auf dem Gebiet der Elektrotechnik und des Maschinenbaues für

- a) Bearbeitung von Angeboten und Bestellungen,
- b) Konstruktion von Apparaten und Schaltanlagen für Schiffe.

Besonders befähigte Ingenieure, welche die Neigung besitzen, an interessanten Aufgabengebieten tatkräftig mitzuarbeiten, werden um Zuschriften gebeten.

Kennwort „AJ 352“

2. Diplom-Ingenieure der Elektrotechnik

für Projektbearbeitung und Auftragsdisposition. Es kommen nur technisch begabte, gut qualifizierte und umsichtige Herren in Frage, welche in der Lage sind, ihnen anvertraute Aufgabengebiete nach erfolgter Einarbeitung selbständig und energisch weiterzubringen. Kennwort „AJ 353“

3. 2 Elektro-Ingenieure

für die Entwicklung elektrischer Regelapparate als

- a) Versuchsfeldingenieur, Kennwort „EW 371“
- b) Konstrukteur, Kennwort „EW 372“

4. Hoch- od. Fachschul-Ingenieur

der Elektrotechnik für Versuchsfeld- und Entwicklungsarbeiten, sowie Fabrikationsüberwachung auf dem Gebiete der Trockengleichrichter. Kennwort „KI W 382“

Bewerbungen mit selbstgeschriebenem Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschriften, Angabe der Gehaltsansprüche und des frühesten Eintrittstages unter dem jeweiligen Kennwort erbeten an die

Siemens - Angestellten - Vermittlungsstelle
Berlin-Siemensstadt, Verwaltungsgebäude

F&G-Bügelbund



zur Befestigung von
Aluminium-Seilen
an Stützenisolatoren

Vorzüge:

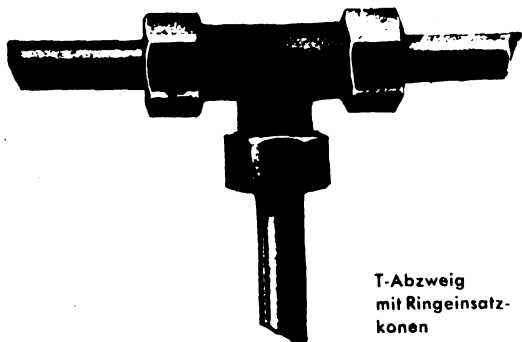
- Keine Drahtwicklung
- Kein Wickelband
- Einfache und bequeme Montage
- Kein selbsttätiges Lösen des Bundes
- Große Betriebssicherheit
- Keine Korrosionsgefahr
- Große**
Schwingungsfestigkeit

Fellen & Guillaume Carlswerk A.-G. Köln-Mülheim

Verlangen Sie unseren Prospekt Nr. 2073

Klemmen mit Ringeinsatzkonen

haben Selbstarretierung
durch keilartige Pressung der Leitung



T-Abzweig
mit Ringeinsatz-
konen

Keine Nachkontrolle
Mühevolle Montage

Bitte verlangen Sie unsere neueste Preisliste 2

E. Neumann

Hochspannungs-Apparate G. m. b. H.
Berlin-Charlottenburg 5



Hoher
Wirkungsgrad

Betriebs-
sicherheit

Wartungsloser
Betrieb

Gleichrichter

für alle technischen Verwendungszwecke, Notbeleuchtungs-
anlagen usw.

Fordern Sie Liste AKE 300

Hellogen ELEKTROTECHNISCHE FABRIK
HERM. PAWLK
Bad Blankenburg Thür. Wald

Elektrotechnische Zeitschrift

An die Herren Verfasser von Aufsätzen

Um angesichts des beschränkten Raumes der ETZ möglichst zahlreiche Aufsätze unterbringen zu können und im Interesse einer raschen Veröffentlichung der Arbeiten bitten wir, daß der Gesamtumfang von Aufsätzen im allgemeinen 3 ETZ-Seiten nicht überschreitet. Eine ETZ-Seite entspricht 4 Schreibmaschinenseiten mit je 30 Zeilen zu je 60 Zeichen. — Die Urschrift soll möglichst auf DIN-A-4-Bogen eingereicht werden und links einen 5 cm breiten Rand für die Druckfertigmachung, rechts einen freien Raum von 1 bis 2 cm aufweisen. Für jedes Bild einschließlich Unterschrift sind im Mittel 20 Schreibmaschinenseiten (= $\frac{2}{3}$ Schreibmaschinenseite) in der Urschrift im Abzug zu bringen. Für jede ETZ-Seite sind im allgemeinen nicht mehr als 1 bis 2 Bilder vorzusehen. Bei der Niederschrift sind das Heft „Gestaltung technisch-wissenschaftlicher Veröffentlichungen“ und das „Kurztitelverzeichnis technisch-wissenschaftlicher Zeitschriften“ (beide im Beuth-Verlag, Berlin SW 19) sowie die Einheiten- und Formelzeichen des AEF und die DIN VDE-Schaltzeichen und Schaltbilder zu berücksichtigen.

Sonderdrucke werden nur auf rechtzeitige Bestellung und gegen Erstattung der durch den besonderen Druck entstandenen Selbstkosten geliefert. Den Verfassern von Originalbeiträgen stehen bis zu 5 Expl. des betr. vollständigen Heftes kostenfrei zur Verfügung, wenn uns ein dahingehender Wunsch bei Einsendung der Handschrift mitgeteilt wird. Nach Druck des Aufsatzes erfolgende Bestellungen von Sonderdrucken können in der Regel nicht berücksichtigt werden.

Die **Anschriften** der Wissenschaftlichen Leitung der ETZ sowie der Verfasser der Aufsätze befinden sich auf der letzten Textseite jedes Heftes.

Bezugsbedingungen

Die „Elektrotechnische Zeitschrift“ erscheint in wöchentlichen Heften und kann im **In- und Ausland** durch jede Sortimentsbuchhandlung und jede Postanstalt bezogen werden. Bezugspreise: jährlich RM 40,—; vierteljährlich RM 10,—; monatlich RM 3,50. Hierzu tritt bei direkter Zustellung unter Streifband das Porto bzw. beim Bezuge durch die Post (nur vierteljährlich) die postalische Bestellgebühr. Einzelheft RM 1,50 zuzügl. Porto.

An die Verbandsmitglieder und Postbezieher

Beim Ausbleiben von Heften sind Beschwerden nicht an den Verlag, den VDE oder den VDE-Bezirk, sondern sofort an das zuständige Postamt zu richten.

Bei Wohnungswechsel ist an das Postamt der alten Wohnung rechtzeitig ein Antrag auf Überweisung nach der neuen Wohnung zu stellen. Für die Überweisung ist eine Gebühr von RM 0,50 zu entrichten, wenn ein anderes Postamt in Frage kommt.

Die Mitglieder des Verbandes Deutscher Elektrotechniker haben ihren Wohnungswechsel außerdem der Geschäftsstelle ihres zuständigen Bezirkes mitzuteilen, und zwar die alte und neue Anschrift.

Die Erneuerung der Abonnements muß, um Störungen in der Zustellung zu vermeiden, stets rechtzeitig seitens der Bezieher erfolgen.

Anzeigenpreise und -bedingungen

Preise: Die gewöhnliche Seite RM 272,—, $\frac{1}{2}$ -, $\frac{1}{4}$ -, $\frac{1}{8}$ -seitige Anzeigen bis herab auf eine $\frac{1}{64}$ -Seite anteilig.

Rabatt: bei jährlich

3	6	13	26	52maliger Aufnahme
3	5	10	15	20 %

Gelegenheitsanzeigen sind sogleich bei Bestellung auf Postscheckkonto 118 935 Berlin, Julius Springer, zahlbar unter gleichzeitiger entsprechender Benachrichtigung an die Anzeigenabteilung des Verlages.

Stellengesuche RM 181,30 netto die Seite; Seitenteile entsprechend. Aufnahme nach Eingang der Zahlung.

Ziffernanzeigen. Für Annahme und freie Beförderung einlaufender Angebote wird eine Gebühr von mindestens RM 1,— berechnet.

Für besondere Plätze Aufschlag nach vorheriger Vereinbarung.

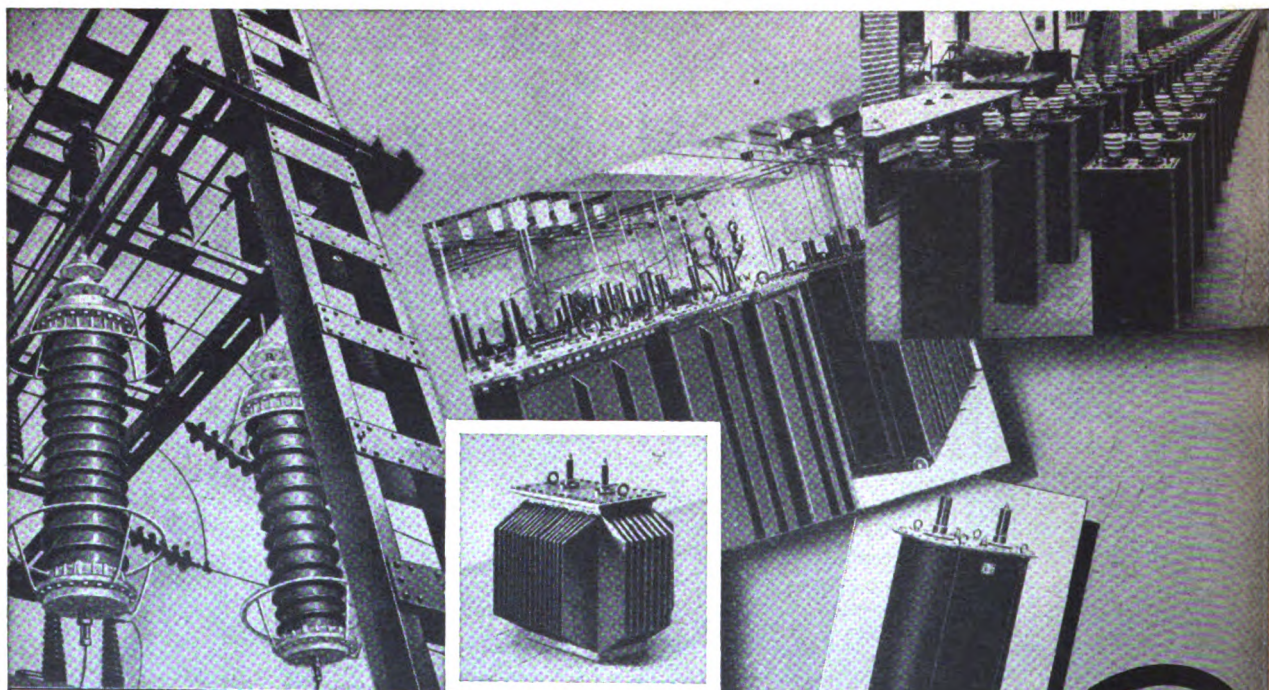
Beilagen: Preis für je 1000 Beilagen (bis 25 g Gewicht) einschl. Postgebühr: RM 20,—, Zahl der erforderlichen Beilagen auf Anfrage.

Erfüllungsort für beide Teile Berlin-Mitte.

Schluß der Anzeigenannahme: Montag vormittag 8 Uhr

Geschäftlicher Verkehr

Zuschriften und Sendungen für Anzeigen, Beilagen, Sonderdrucke und sonstige geschäftliche Fragen an die Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9, Linkstr. 22-24. Drahtanschrift: Springerbuch Berlin. Fernsprecher: 21 81 11. — **Bankkonten:** Reichsbank-Girokonto: Deutsche Bank, Depositenkasse C, Berlin W 9, Berliner Handelsgesellschaft, Berlin W 8. **Postscheckkonto:** Berlin Nr. 118 935. Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9.



Wir liefern Kondensatoren
für jede gewünschte Leistung, für alle Anwendungsgebiete.

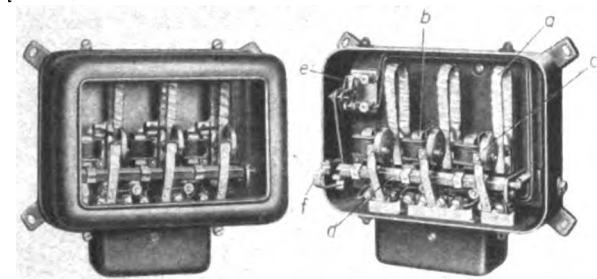
MEIROWSKY & CO.
AKTIENGESELLSCHAFT PORZ (RHEIN)



Dreifach-Bimetallauslöser für Wandleranschluß.

Mitteilung der AEG.

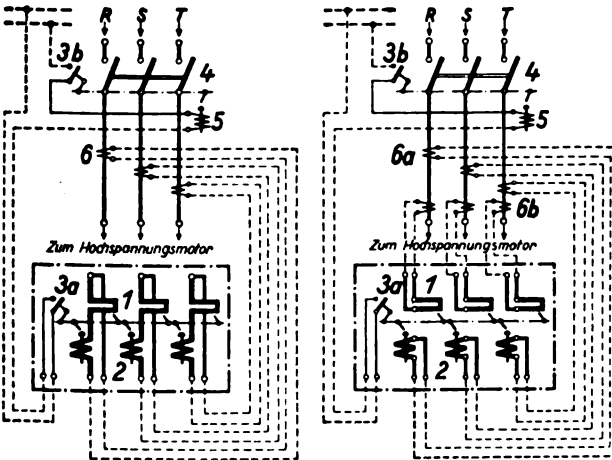
Für den Ueberstromschutz auch von Motoren hoher Stromstärken bzw. höherer Spannung werden immer mehr die Bimetallauslöser verwendet. Die AEG hat für diesen Zweck einen Dreifachauslöser III Us¹⁾, für Wandleranschluß entwickelt. Je drei Wärme- (Bimetall-) und Schnellauslöser sind auf einer gemeinsamen Grundplatte angeordnet und in ein Stahlblechgehäuse mit Schaufenster (Abb. 1) eingebaut. Das Gehäuse hat Gummidichtung und entspricht der Schutzart P 32. Auf Wunsch können die Auslöser auch in einem Gußgehäuse (Schutzart P 44) geliefert werden.



a = Wärmeauslöser, b = Schnellauslöser (Einstellskala durch Auslöserwelle verdeckt), c = Einstellskala für die Wärmeauslöser, d = Auslöserwelle, e = Hilfskontakt, f = Kompensationsstreifen.

Abb. 1. Dreifach-Bimetallauslöser III Us für Wandleranschluß bis 7 A in Stahlblechgehäuse mit Schaufenster (Stromzeitkennlinie ist entfernt).

Die Auslöser arbeiten beim Ansprechen über eine gemeinsame Auslöserwelle und einen eingebauten Hilfskontakt (im allgemeinen einen Arbeitskontakt bis 500 V Gleichstrom oder 550 V Wechselstrom) auf das Auslöseorgan (Arbeitsstromauslöser) des davor liegenden Hauptschalters, z. B. des Ölschalters (Abb. 2). Der Arbeits-



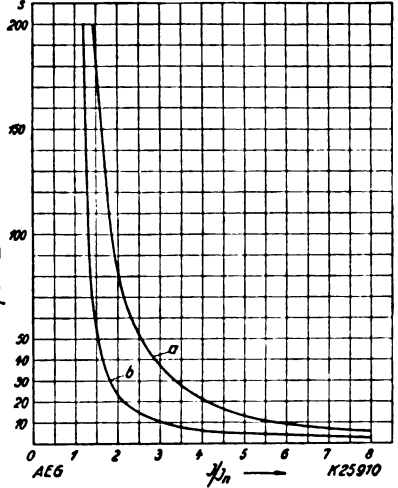
1 = Wärmeauslöser, 2 = Schnellauslöser, 3a = Arbeitskontakt, 3b = Hilfskontakt zur Unterbrechung des Arbeitsstromauslösers, 4 = Hauptschalter (z. B. Ölschalter), 5 = Arbeitsstromauslöser, 6 = Wandler, 6a = Ungesättigter Wandler, 6b = Gesättigter Wandler.

Abb. 2. Schaltbilder (Ausführungsbeispiele) für Motorschutz in Verbindung mit einem Hauptschalter. Links: Schaltung mit gesättigten bzw. ungesättigten Wandlern. Rechts: Schaltung mit gesättigten und ungesättigten Wandlern.

kontakt wird durch einen Hilfskontakt am Hauptschalter unterbrochen. Sollen die Auslöser auf die Unterspannungsspule des Hauptschalters wirken, dann muß der Hilfskontakt entweder als Ruhekontakt (bis 250 V Gleichstrom bzw. bis 550 V Wechselstrom und bis 70 VA) oder auch hier als Arbeitskontakt (über 250 bis 550 V Gleichstrom bzw. 550 V Wechselstrom bei mehr als 70 VA) ausgeführt werden; im letzten Fall arbeitet er auf einen getrennt angeordneten Momentunterbrecher, der ohne (Form Mu) oder mit Wiedereinschaltsperr (Form Musp) geliefert werden kann.

Die Bimetallstreifen und Schnellauslöser können an normale, ungesättigte Wandler (Abb. 2, links) angeschlossen werden, wenn kein schwerer Anlauf und keine hohe Kurzschlußbelastung der Auslöser zu erwarten sind. Der Anschluß an gesättigte Wandler (Abb. 2, rechts) ist erforderlich, wenn bei schweren, länger andauernden Anlaufvorgängen die Verzögerungszeit der an normale Wandler angeschlossenen Wärmeauslöser (Abb. 3) nicht mehr ausreichen würde. Die Bimetallstreifen und die Schnellauslöser müssen an gesättigte Wandler angeschlossen werden, wenn die Kurzschlußsättigung der Auslöser überschritten werden kann. Diese beträgt ungefähr das 45fache des unteren Nennstromes der Wärmeauslöser bei einer durchschnittlichen Eigenzeit der Anlage (Auslöser-Öelschalter) von 0,3 s. Werden die Auslöser nicht an drei Stromwandler (im allgemeinen ausreichend), sondern an sechs Wandler (Abb. 2, rechts) angeschlossen, so wird zusätzlich eine zweite Klemmleiste oben angeordnet.

Die Bimetallauslöser werden durch je eine geeichte Exzentertrommel, die Schnellauslöser durch Verändern der Federspannung längs einer geeichten Skala eingestellt. Die Wärmeauslöser sind in der Regel für 4,5...7,2 A ausgelegt; jedoch können auch solche für kleinere Stromstärken oder für 7...11 A vorgesehen werden. Abstufungen, Einstellung und VA-Verbrauch sind folgender Zahlentafel zu entnehmen:



a = Ohne Vorbelastung, b = Vorbelastet mit dem Nennstrom. Abb. 3. Ueberstromzeitkurve des Bimetallauslösers (ohne Schnellauslöser).

Bimetallstreifen		Schnellauslöser					
unterer Nennstrom A	oberer Nennstrom A	Verbrauch VA	normal einstellbar A	auf besond. Bestellg. einstellb. A			
1	... 1,6	3	... 7,5	4	... 10	3	... 6
1,75	... 2,8	2,8	... 7,1	7	... 17,5	5,2	... 10,5
3	... 4,8	4,4	... 11,6	12	... 30	9	... 18
4,5	... 7,2	4	... 10,2	17,2	... 43	13,5	... 27
7	... 11	5,2	... 13,4	28	... 70	21	... 42

Der VA-Verbrauch der Schnellauslöser beträgt 15...20 % des Verbrauchs der zugehörigen Bimetallstreifen. Die Wärmeauslöser sind wie folgt geeicht:

Auslöser mit Nennstrom A	einstellbar auf A
3 ... 4,8	3,4 4,1 4,8 5,5
4,5 ... 7,2	5,2 6,2 7,3 8,3

Die Einstellstufen stellen Auslösegrenzströme dar und zwar für den einfachen, 1,2fachen, 1,4fachen und 1,6fachen Nennstrom.

Unter Auslösegrenzstrom versteht man den Strom, bei dem die Wärmeauslöser gerade ansprechen, bzw. nach theoretisch unendlich langer Zeit auslösen. Der Auslösegrenzstrom beträgt, wie beim Motorschutzschalter üblich, das 1,15fache des Auslösernennstromes.

Da die Auslöser oft in einem Raum mit anderen Temperaturverhältnissen untergebracht werden als der zu schützende Verbraucher, sind sie mit einem Raumtemperaturausgleich ausgerüstet.

¹⁾ S. auch AEG-Druckschrift Sa V 4.

Stellengesuche

Dr.-Ing., Wiener, 30 J., Pg., verh. (Autoführerschein).
 Techn. Physik und Elektrotechnik.
 chem. Hochschulass. (T. H. Wien) f. Fernmelde-, Hochfrequ.-
 u. Schwachstromtechn., reiche Laborpraxis u. gründl. theor.
 Kenntnisse. Spezialausb. f. Elektroakustik (Diss.-thema),
 Rigorosum m. Auszeichnung. Vielseitige Praxis, auch in
 Elektromed. v. Röntgentechn. Selbständige Bearbeitg. von
 Patenten. Absolv. Psychotechniker, Praxis in Eignungs-
 prüf., Organ., vers. in Reklame-, Wirtschafts-, Verkaufs-
 psychol. Bewährt in Neuentw., Planung, Akquisition. Kaufm.-
 techn. u. techn.-literar. Begabung u. Praxis, auch in wissensch.
 Werbung (Aufsätze, Vorträge). Engl., franz., holl. Sprachk.,
 umfassend gebildet, zielbew., gewandt, repräs., sucht sich in gr.
 Wirkungskr. zu veränd. Angebote an: H. N. Schaufelbühl,
 Wien X., Laxenburger Straße 39. [1486]

Diplom-Ingenieur

32 Jahre, Arier, 4 Jahre Betriebsassistent bei Überlandzentrale,
 2 Jahre Schaltanlagenprojektor bei Großfirma, wünscht
 Wirkungskreis als Montage- oder Betriebsingenieur.
 Angebote an H. Nehring, Berlin SO 33, Köpenicker
 Straße 22 [1509]

Energiewirtschaftler

in leitender, ungekündigter Stellung, seit Jahren ununter-
 brochen in großen Versorgungsunternehmen tätig. —
 Reiche Erfahrung im Aufbau von Tarifen, guter
 Organisator, Verhandlungsführer und Werbefachmann,
 sucht neues Arbeitsgebiet.

Angebote u. E. 1528 an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Elektro-Techniker

34 J., gute Erscheinung, als
 Prüff.-Ing. in einer Kohlebürsten-
 fabrik tätig, großer Praktiker,
 viels. Kenntn. in d. ges. Elektro-
 technik, sehr anpassungsf., s. s.
 bald z. verändern. Gefl. Zuschr.
 an Fritz Gatzert, Ahrweiler,
 Friedrichstr. 15. [1519]

**Wir bitten bei Ein-
 käufen und Bestellun-
 gen auf die**

ETZ

Bezug zu nehmen!

Stellenangebote

jüngeren Gummitechniker

Wir suchen für sofort, evtl. später einen

zur Unterstützung des Betriebsleiters. Derselbe
 muß auf dem Gebiet der Verarbeitung von Kaut-
 schuk und der Herstellung von gummiisolierten
 Leitungen Erfahrungen haben.

Bewerbungen mit Lichtbild, Zeugnisabschriften und
 Angabe der Gehaltsforderung erbeten an:

Kromberg & Schubert, Wuppertal - Oberbarmen.
 [1523]

AEG

sucht zum baldigen Eintritt

Konstrukteure

für elektrische Maschinen und Starkstromapparate,
 auch Anfänger. Kennwort M 25

Konstrukteure und Berechner

für Transformatoren und Meßwandler.
 Kennwort TRO 260

Diplom-Ingenieure

der Elektrotechnik in Anfangsstellung zur Behand-
 lung bahntechnischer Fragen. Kennwort Cv 317

Diplom- u. Fachschulingenieure

für die Entwicklung von fernmeldetechnischen
 Geräten aus dem Gebiete der Mittelfrequenz- und
 Hochfrequenztechnik. Kennwort Cv 318

Hoch- od. Fachschulingenieure

zur Ausarbeitung von Projekten auf Hoch- und
 Niederspannungsschaltanlagen, Umformerstationen
 und Stromerzeugungsanlagen. Kennwort Z 8

Technische Zeichner

möglichst mit längerer Erfahrung im Maschinen-
 oder Apparatebau. Kennwort M 26

Schriftliche Angebote mit ausführlichem Lebenslauf,
 Zeugnisabschriften, Lichtbild, Gehaltsansprüchen,
 frühestem Eintrittstermin und Angabe des Kenn-
 wortes an [1112]

Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft

Personal-Verwaltung Berlin NW 40

Tüchtiger junger Zeichner

welcher in der Lage ist, nach Angabe Schaltpläne, Entwurf-
 zeichnungen für Trafo-Stationen und sonstige Schaltanlage,
 sowie größere Installations-Pläne anzufertigen, per sofort
 gesucht.

Bewerbungen mit selbstgeschriebenem Lebenslauf, Lichtbild,
 Zeugnisabschriften, Gehaltsansprüche und Angabe des frühe-
 sten Eintrittstermin erbeten an [1470]

Allgäuer Kraftwerke G.m.b.H., Sonthofen (Allgäu)

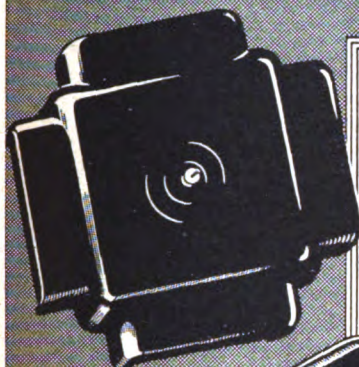
Energie-Versorgungsunternehmen sucht

jüngere kaufmännische Fachkräfte

Wir bitten um Bewerbungen mit Einreichung eines hand-
 schriftlichen Lebenslaufes, Zeugnisabschriften, Angabe der
 politischen Tätigkeit und Gehaltsforderungen unter E. 1508
 an die Anz.-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

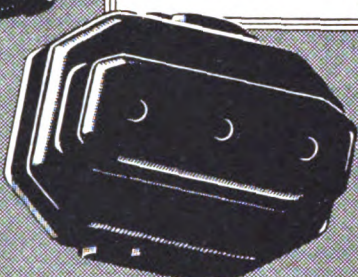
GEYER

ISOLIERSTOFF-ERZEUGNISSE

HAUPTLEITUNGS-
ABZWEIGKASTENHAUSANSCHLUSS-
SICHERUNGEN

CHRISTIAN GEYER NÜRNBERG-S
ELEKTROTECHNISCHE U. METALLWARENFABRIKEN

aus Preßstoff
TYPE S
sind rein deutsche
Erzeugnisse und
deren Rohstoffe
ohne Devisen-
Aufwand in jeder
Menge greifbar.



Das ist der
SURSUM
R.I.S.

Der kleine
Sockel-Automat
(45 x 60 mm)

*Ein Meisterwerk
der Feinmechanik!*

*Unübertroffen
ist seine Schaltleistung*

Sursum
Elektrizitäts-Gesellschaft
Leyhausen u. Co.
Elektrotechnische Spezialfabriken
Nürnberg-N

Elektrotechnische Zeitschrift

An die Herren Verfasser von Aufsätzen

Um angesichts des beschränkten Raumes der ETZ möglichst zahlreiche Aufsätze unterbringen zu können und im Interesse einer raschen Veröffentlichung der Arbeiten bitten wir, daß der Gesamtumfang von Aufsätzen im allgemeinen 3 ETZ-Seiten nicht überschreitet. Eine ETZ-Seite entspricht 4 Schreibmaschinenseiten mit je 30 Zeilen zu je 60 Zeichen. — Die Urschrift soll möglichst auf DIN-A-4-Bogen eingereicht werden und links einen 5 cm breiten Rand für die Druckfertigmachung, rechts einen freien Raum von 1 bis 2 cm aufweisen. Für jedes Bild einschließlich Unterschrift sind im Mittel 20 Schreibmaschinenseiten (= $\frac{2}{3}$ Schreibmaschinenseite) in der Urschrift in Abzug zu bringen. Für jede ETZ-Seite sind im allgemeinen nicht mehr als 1 bis 2 Bilder vorzusehen. Bei der Niederschrift sind das Heft „Gestaltung technisch-wissenschaftlicher Veröffentlichungen“ und das „Kurztitelverzeichnis technisch-wissenschaftlicher Zeitschriften“ (beide im Beuth-Verlag, Berlin SW 19) sowie die Einheiten- und Formelzeichen des AEF und die DIN VDE-Schaltzeichen und Schaltbilder zu berücksichtigen.

Sonderdrucke werden nur auf rechtzeitige Bestellung und gegen Erstattung der durch den besonderen Druck entstandenen Selbstkosten geliefert. Den Verfassern von Originalbeiträgen stehen bis zu 5 Expl. des betr. vollständigen Heftes kostenfrei zur Verfügung, wenn uns ein dahingehender Wunsch bei Einsendung der Handschrift mitgeteilt wird. Nach Druck des Aufsatzes erfolgende Bestellungen von Sonderdrucken können in der Regel nicht berücksichtigt werden.

Die **Anschriften** der Wissenschaftlichen Leitung der ETZ sowie der Verfasser der Aufsätze befinden sich auf der letzten Textseite jedes Heftes.

Bezugsbedingungen

Die „Elektrotechnische Zeitschrift“ erscheint in wöchentlichen Heften und kann im In- und Ausland durch jede Sortimentsbuchhandlung und jede Postanstalt bezogen werden. Bezugspreise: jährlich RM 40,—; vierteljährlich RM 10,—; monatlich RM 3,50. Hierzu tritt bei direkter Zustellung unter Streifband das Porto bzw. beim Bezuge durch die Post (nur vierteljährlich) die postalische Bestellgebühr. Einzelheft RM 1,50 zuzügl. Porto.

An die Verbandsmitglieder und Postbezieher

Beim Ausbleiben von Heften sind Beschwerden nicht an den Verlag, den VDE oder den VDE-Bezirk, sondern sofort an das zuständige Postamt zu richten.

Bei Wohnungswechsel ist an das Postamt der alten Wohnung rechtzeitig ein Antrag auf Überweisung nach der neuen Wohnung zu stellen. Für die Überweisung ist eine Gebühr von RM 0,50 zu entrichten, wenn ein anderes Postamt in Frage kommt.

Die Mitglieder des Verbandes Deutscher Elektrotechniker haben ihren Wohnungswechsel außerdem der Geschäftsstelle ihres zuständigen Bezirkes mitzuteilen, und zwar die alte und neue Anschrift.

Die Erneuerung der Abonnements muß, um Störungen in der Zustellung zu vermeiden, stets rechtzeitig seitens der Bezieher erfolgen.

Anzeigenpreise und -bedingungen

Preise: Die gewöhnliche Seite RM 272,—, $\frac{1}{2}$ -, $\frac{1}{4}$ -, $\frac{1}{8}$ -seitige Anzeigen bis herab auf eine $\frac{1}{64}$ -Seite anteilig.

Rabatt: bei jährlich

3	6	13	26	52maliger Aufnahme
3	5	10	15	20 %

Gelegenheitsanzeigen sind sogleich bei Bestellung auf Postscheckkonto 118 935 Berlin, Julius Springer, zahlbar unter gleichzeitiger entsprechender Benachrichtigung an die Anzeigenabteilung des Verlages.

Stellengesuche RM 181,30 netto die Seite; Seitenteile entsprechend. Aufnahme nach Eingang der Zahlung.

Ziffernanzeigen. Für Annahme und freie Beförderung einlaufender Angebote wird eine Gebühr von mindestens RM 1,— berechnet.

Für besondere Plätze Aufschlag nach vorheriger Vereinbarung.

Beilagen: Preis für je 1000 Beilagen (bis 25 g Gewicht) einschl. Postgebühr: RM 20,—, Zahl der erforderlichen Beilagen auf Anfrage.

Erfüllungsort für beide Teile Berlin-Mitte.

Schluß der Anzeigenannahme: Montag vormittag 8 Uhr

Geschäftlicher Verkehr

Zuschriften und Sendungen für Anzeigen, Beilagen, Sonderdrucke und sonstige geschäftliche Fragen an die Verlagsbuchhandlung **Julius Springer**, Berlin W 9, Linkstr. 22-24. Drahtanschrift: Springerbuch Berlin. Fernsprecher: 21 81 11. — **Bankkonten:** Reichsbank-Girokonto: Deutsche Bank, Depositenkasse C. Berlin W 9, Berliner Handelsgesellschaft, Berlin W 8. **Postscheckkonto:** Berlin Nr. 118 935. Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9.



Barthel Elektro-Lötkolben
sind in Konstruktion und Leistung
vorbildlich, sparsam u. betriebsicher

Versäumen Sie nicht
Prospekte einzufordern!

Gustav Barthel G.M.B.H., Dresden-A. 21/278



Kontakte in Wolfram,
Platin, Wolframlegierung,
Silber, Platin, Platin-Iri-
dium, Legierungen, Kupfer-
plattikontakte

Unterbrecherarme
und Kontakte für Batterie-
und Magnetzündler

Wolfram-Metallpulver,
-Stäbe, -Streifen, -Ronden,
-Platten, -Formstücke ver-
schied. Ausführung, Rönt-
genröhren-Kupferknöpfe

ELEKTRO-METALLWERK
RICHARD SCHIER
BERLIN SO 36 Kiehl-Ufer 43



Sächsische Dynamobürsten-Fabrik

Franz Kistorz Heidenau-Sa8

Filiale: Berlin W 9, Columbushaus

**Dynamobürsten
Bürstenhalter
Kontaktteile
Kohleringe**

Bestens
bewährte
Qualitäten!

Fachmännische
gewissenhafte
Bedienung!

Günstige
Preise!

Kurze Lieferzeiten!

ETZ-ANZEIGER

„Sternoltin“

streichfähiges
gebrauchstaugliches **Lötzin**

Lötzinndraht auch mit Kolof., -Stea-
rin- oder Blitzzinn

Löt-Wasser -Sekt, -Essenz, -Salz,
-Öl, -Fett und -Paste

Verzinnungsmasse „Stern-Blitz“
Kein Rosten oder Oxydieren!

Bleiwerk Morgenstern
Dresden-A. 29 (arisches Unternehmen)



Werde Mitglied der RDV

Vorschriftsmäßige

Aushänge- und Warnungsplakate

des Verbandes Deutscher Elektrotechniker



Man verlange Liste

J. ED. WUNDERLE / MAINZ-KASTEL



Gegr. 1882

**Rhein-Moselweine
Traubensaft**

Preisliste
unverbindlich

Fritz Daubenspeck, Oberwesel/Rh.

Der **ETZ-ANZEIGER**

bietet beste Gelegenheit zur Ankündigung von solchen
Artikeln, die keinen großen Kostenaufwand vertragen!



Temperatur-Regler
Vakuum-Schütze
Birka Regulator
G. m. b. H.
Berlin-Wannsee C

Die „**Feinhand**“
e. G. m. b. H., Göttingen 5,
liefert feinmechanische Er-
zeugnisse für alle Zwecke in
Spezial- u. Serienanfertigung

FABRIKZEICHEN



C. & E. Fein, Stuttgart
Erste Spezialfabrik
für Elektrowerkzeuge
Gegr. 1867

**Holländische Draht-
und Kabelwerke A. G.**
Amsterdam



Gummi-isolierte Leitungen
aller Art.

Krogsgaard & Becker
Hamburg 30 Spezialfabrik
elektrischer Schaltapparate

gegr.
1883



liefert:

Zellenschalter
Kurbelschalter
Handradschalter
Selbstauschalter
Hebelschalter

bis
3000 A.
bis
5000 A.

VORWERK
ISOLIERBAND

Vorwerk & Sohn
Wuppertal-Barmen

Sämtliche in diesem Heft besprochenen oder angezeigten Bücher sind durch alle Buchhandlungen zu beziehen

Für den Textteil verantwortlich: Harald Müller VDE in Berlin. Für den Anzeigenteil: Albert Meyer, Berlin-Steglitz, Kühlebornweg 5 — D.-A. I. Vj. 17 220 — Pl. 6 — Druck der Ernst Steiniger Druck- und Verlagsanstalt Berlin SW 68 — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9 — Printed in Germany

Hierzu eine Beilage von **Spezialhaus Hans Jarke für Qualitätsneuheiten und Rasierbedarf, Berlin SW 68/61, Kochstr. 5**

Aufbau des AEG-Tarifgeräts System Ferrari.

Mitteilung der AEG.

Die Grundlage des AEG-Tarifgeräts System Ferrari bildet das Festmengen-Meßprinzip. Wenn in einem Tarif eine bestimmte Leistung (z. B. 1 kW) eingehalten werden soll, so darf eine bestimmte Verbrauchsmenge (z. B. 0,25 kWh) nur in einer bestimmten Zeit (z. B. in 15 min) entnommen werden. Diese Verbrauchsmenge ist für die gleiche Sollzeit (z. B. 15 min) verschieden, je nachdem wie hoch die Tarifleistung ist; sie wird als „Festmenge“ bezeichnet, bei 20 kW ist sie 5 kWh, bei 100 kW ist sie 25 kWh u. s. f.

Wird eine Festmenge in weniger als der Sollzeit verbraucht, so ist sicher, daß sie mit höherer Leistung als der Tarifleistung zustande gekommen ist (Abb. 1). Wenn nun unterschieden werden soll zwischen dem Verbrauch, der innerhalb einer durch den Leistungspreis abgegoltenen „bestellten“ Leistung und dem Verbrauch, der unter Nichteinhaltung dieser Leistung abgenommen wurde, so braucht man nur zu ermitteln, ob Festmengen „zu schnell“, d. h. also beispielsweise in weniger als 15 min, verbraucht wurden.

Dieser Aufgabe dient das AEG-Tarifgerät System Ferrari, Form TG 10 – auch Festmengen-Zähler genannt – in Verbindung mit dem kWh-Zähler (Abb. 2). Es zählt zusätzlich den Ueberlastungsverbrauch, und zwar in Festmengen.

Der kWh-Zähler erhält am Zählwerk einen sogenannten Festmengenkontakt (Abb. 3) mit einer auswechselbaren Uebersetzung, dessen Impulsfolge beliebig ein-

Drehstromzähler beliebiger Schaltung und für die größten und kleinsten Leistungen einheitlich und unverändert benutzt werden kann, indem man die Festmenge als Ablesekonstante des Tarifgeräts benutzt. Die Leistung wird gar nicht gemessen, sondern die leistungsabhängige Unterscheidung des Verbrauchs erfolgt durch die Prüfung der Zeitdauer der Festmengen. Diese Zeitmessung bedarf keiner wiederholten Eichung, da sie durch den Synchronmotor und starre Uebersetzungen festgelegt ist und überhaupt nur auf einem Punkt, nämlich bei 15 min, für das Meßergebnis kritisch ist.

Innerhalb der Festmenge selbst können naturgemäß höhere und geringe Leistungen aufgetreten sein; für die Entscheidung ist der Mittelwert der Leistung innerhalb der Festmenge maßgebend. Für den Abnehmer ist der Meßsatz mit dem Tarifgerät einem Doppeltarifzähler ähnlich; hier bestimmt aber nicht eine Schaltuhr den hohen und den niedrigen Tarif, sondern er selbst. Richtet er sich so ein, daß er mit der bezahlten Leistung auskommt, so zählt nur der kWh-Zähler. Fährt er mit höherer Leistung, so gilt z. B. nicht der niedrige Arbeitspreis des Leistungspreistarifs, sondern der Zählertarif. Kurzzeitige Ueberlastungen, denen man einen guten Verschwendungsfaktor zuschreiben kann, werden nicht teuer. Werden die Ueberlastungen aber die Regel, dann lohnt es sich, die höhere Leistung voll zu bestellen. Im Gegensatz zum Höchstlastmesser sichert sich der Abnehmer geldliche Vorteile, wenn er ständig bemüht ist, mit der Leistung sparsam umzugehen und er bleibt vor den Ueberraschungen zufälliger Spitzen verschont.

Durch die Beschränkung des Leistungspreistarifs auf die gewöhnlich gebrauchte – also gut ausgenutzte Leistung – ist es möglich, den Leistungspreis hoch und den Arbeitspreis niedrig anzusetzen, womit insbesondere ein Fortschritt für füllende Elektrowärmeabgabe gewonnen wird.

Versieht man das beschriebene Tarifgerät mit einer 24-h-Scheibe und entsprechenden Schaltvorrichtungen, angetrieben durch den Synchronmotor, so kann die Leistungsüberwachung durch Unterbrechung der Impulsleitung zu bestimmten Zeiten ausgesetzt werden. Auf diese Weise kann Nachtstrom zum Arbeitspreis mit erhöhter Leistung abgegeben werden (Ausführungsform TG 20). – Für Wechselstromanlagen werden die Tarifgeräte Form TG 10 und mit 24-h-Stundenscheibe Form TG 20 auch in gemeinsamem Gehäuse mit Wechselstromzählern, auch solchen mit 300 und 400% Belastbarkeit, hergestellt.

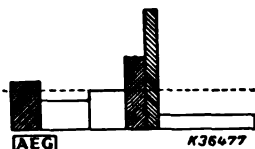


Abb. 1. Ueberlast- und Unterlast-Festmengen.

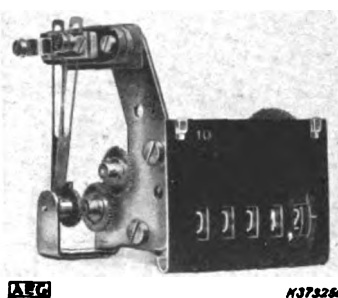


Abb. 3. Festmengen-Kontakt.

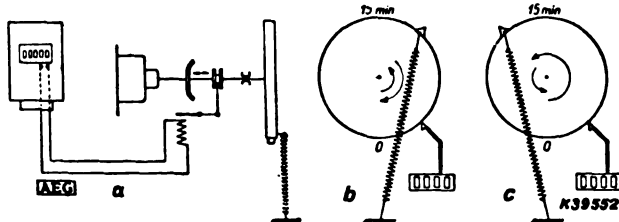


Abb. 2. Anordnung und Schaltung des Tarifgeräts Form TG 10.

a = Aufbau des Tarifgeräts, b = Stellung des Spannwerts im Ueberlastungsfall, c = Stellung des Spannwerts im Unterlastungsfall.

gestellt werden kann. Jeweils bei Erfüllung einer Festmenge gibt es einen Impuls, der zum Tarifgerät geleitet wird (s. Abb. 2).

Das Tarifgerät Form TG 10 (Abb. 4) enthält einen Synchronmotor, der ein Spannwerk in der Zeit von 15 min aus seiner Nullage jeweils um 180° dreht. Wird vor dieser Zeit eine Festmenge voll, so wird der eintreffende Festmengenimpuls das Spannwerk freigeben, das in Abb. 2 angedeutete Zählwerk anschlagen und um eine Ziffer fortschalten; das Spiel beginnt unmittelbar von neuem. Dauert es aber länger als 15 min, bis die Festmenge erfüllt ist, so kippt das Spannwerk nach 180° in die Nullage und wird erst dann wieder zum Eingriff gebracht, wenn der Festmengenimpuls eintrifft.

Das Tarifgerät zählt also nur solche Festmengen, die dadurch gekennzeichnet sind, daß sie zu schnell, d. h. in weniger als der Sollzeit – und unter Überschreitung der Tarifleistung entnommen wurden, also die sogenannten „Ueberlastungs-Festmengen“.

Es handelt sich um reine kWh, die durch den kWh-Zähler gemessen und unverfälscht durch das Tarifgerät ausgesiebt worden sind. Jede Einheit, die das Zählwerk anzeigt, ist eine eindeutige kWh-Menge, nämlich die Festmenge, die am Kontaktwerk des kWh-Zählers durch die Uebersetzung festgelegt ist.

Das hat den großen Vorteil, daß man es mit einem Zusatzgerät (s. Abb. 4) zu tun hat, das an Wechsel-

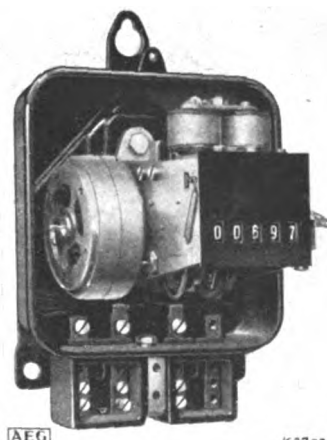


Abb. 4. Tarifgerät System Ferrari, Form TG 10 mit langsamlaufendem Synchronmotor und besonderem Relais.



**Klemmen-
leisten**

**Anschluß-
leisten**

Verteilerkästen
aus Isolierpreßstoff
Liste 38

WILHELM QUANTE
SPEZIALFABRIK FÜR APPARATE DER FERNMEDETECHNIK
INH. HERMANN QUANTE
WUPPERTAL-ELBERFELD
Uellendahlstr. 353 · Fernspr. Sammel-Nr. 222 11
Drahtanschrift: Quantewerke
BGR. 1892

Zum Absaugen von Dämpfen beim Trocknen, Kabeltränken

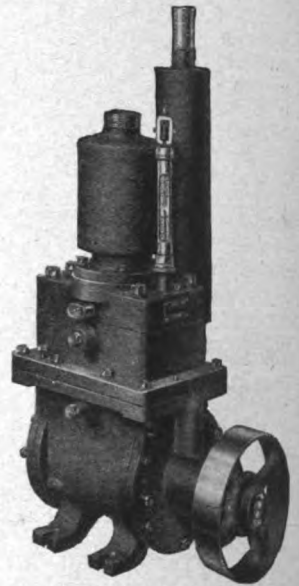
und dergl.
dient die

Wälzpumpe

nach Gaede

mit elektrischer
Heizung.

Weitere Einzelheiten
enthält unsere Liste 26



E. Leybold's Nachfolger

Köln-Bayental 26

Bonner Straße 504

Berlin NW 7

Friedrichstraße 110-112

Kiesewetter Kurbelinduktoren

bieten große Vorteile:



Solide Ausführung

Absolute
Betriebssicherheit

Hohe Stoßsicherheit

Dauerhafte Holz- oder
Eigengehäuse

Konstante
Meßspannung

30jährige Erfahrungen,
daher hochwertig

Nach den neuesten
VDE-Vorschriften

Liste 128/2 anfordern

Weitere Spezialitäten:

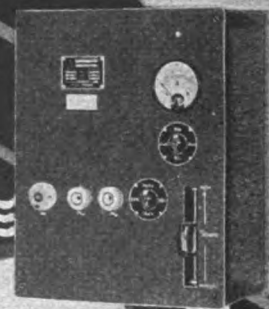
Schalttafel-Meßinstrumente • Montage-Instru-
mente • Meßbrücken • Einbau-Instrumente
ERJ-Universal-Meßgeräte • Beleuchtungsmesser

Excelsior-Werk Rudolf Kiesewetter

Leipzig 2 C 1

Selen TROCKEN-GLEICHRICHTER

Lebensdauer praktisch
unbegrenzt.
Vollkommen geräuschloser
Betrieb.
Hohe Wirtschaftlichkeit.
Keine beweglichen oder
zerbrechlichen Teile.
Keinerlei Wartung.
Zuverlässig.



Lieferbar

für alle Spannungen,
für alle Stromstärken,
auch für Sonderzwecke.

S.A.F.
NÜRNBERG

Süddeutsche Apparate-Fabrik GmbH.
Nürnberg 2 — Schließfach 282

Steuerwarte mit Bandschaltbild im Bergbaubetrieb.

Geschäftliche Mitteilung der AEG.

Die umfangreichen Aufbereitungsanlagen neuerlicher Zechen umfassen eine größere Anzahl von Einzelantrieben. Einzelbedienung dieser Antriebe ist aus betrieblichen Gründen ungünstig und wegen der räumlichen Ausdehnung der Anlagen auch sehr zeitraubend. Man geht deshalb immer mehr zur Fernsteuerung sämtlicher Einzelantriebe von einem geeigneten Betriebsplatz aus über. Dies wird dadurch erleichtert, daß in Aufbereitungsanlagen heute fast durchweg Motoren mit Kurzschlußläufer (vorwiegend Doppelnutmotoren) eingebaut werden, die einfach durch ferngesteuerte Motorschutzschalter geschaltet werden können. Diese Schalter lassen sich gut zusammenfassen und in einem besonderen Raum oder staubdicht gekapselt im Betriebs-

eine bessere Uebersicht erzielen, wenn die Aufteilung der Symbole in verschiedenen Ebenen erfolgt und außerdem eine perspektivische Darstellung verwendet wird (Abb. 1).

Zur Kenntlichmachung der Förderwege können die Wege und Symbole auf der Steuerwarte verschiedenfarbig angelegt werden. Beim Bandschaltbild nach Abb. 1, das in einer Steinkohlensieberei und Brecheranlage eingebaut ist, wurden z. B. folgende Farben gewählt: blau: Weg der Stückkohle über 80 mm Korngröße; grün: Weg der Rohkohle zur Wäsche einschl. des Weges der gebrochenen Stückkohle; grün/gelb: Weg der Berge und Mittelkohle; gelb: Weg der reinen Berge; rot: Weg der Rohkohle von 10 ... 60 mm Korngröße.

Diese Schaltwarte enthält u. a. die Druckknopfschalter für die Fernbetätigung der Motoren und die zugehörigen Lichtsignale für die Anzeige des Betriebszustandes und des Förderverlaufes. An allen Stellen, an denen von einem Förderband aus wahlweise eine Verbindung zu einem anderen Förderband oder Bunker hergestellt werden soll, ist ein Dreharm angeordnet; am Ende dieses Dreharmes ist ein als Handgriff ausgebildeter Steckschlüssel befestigt, der in entsprechende Bohrungen der Wegnachbildungen eingeführt und dort festgehalten wird. Der Steckschlüssel stellt gleichzeitig die Schaltverbindungen her, durch die ein Lichtsignal bei richtiger Stellung der Schurre aufleuchtet und die Förderrichtung anzeigt. Die Stellung des Knebels des für jeden Motor im Bandschaltbild vorgesehenen Entriegelungsschalters zeigt an, ob der Motor in die Verriegelung entsprechend dem vorgesehenen Förderweg einbezogen oder aus der Kette der Verriegelung zwecks Instandsetzungen herausgenommen ist. Große Betriebssicherheit wird durch einfache, kräftige Kontakte und durch möglichst wenige Relais erreicht.

Bei Aufstellung der Steuerwarte in einem staubigen Betriebsraum kann das Bandschaltbild staubdicht in einen Schrank eingebaut werden (Abb. 2).

Im Verhältnis zum Gesamtpreis einer Aufbereitungsanlage sind die Kosten für eine Zentralsteuerwarte gering. Die erzielbaren Ersparnisse sind im voraus rechnungsmäßig nicht gut zu erfassen, da sie von den Betriebsverhältnissen abhängen. Auf alle Fälle wird aber durch die gute Uebersicht einer Anlage mit Zentralsteuerwarte ein rasches Erkennen und Beheben von Betriebsstörungen ermöglicht und damit die Förderleistung gesteigert.

Die für den rauen Betrieb im Bergbau, wie z. B. für Kohlenwäschen, Kohlenaufbereitungsanlagen, Erzauflaufbereitungsanlagen, Bandstraßen, Brikettfabriken, Kalibergwerke bestimmte Sonderausführung läßt erwarten, daß die AEG-Bandschaltbilder eine verbreitete Verwendung finden.

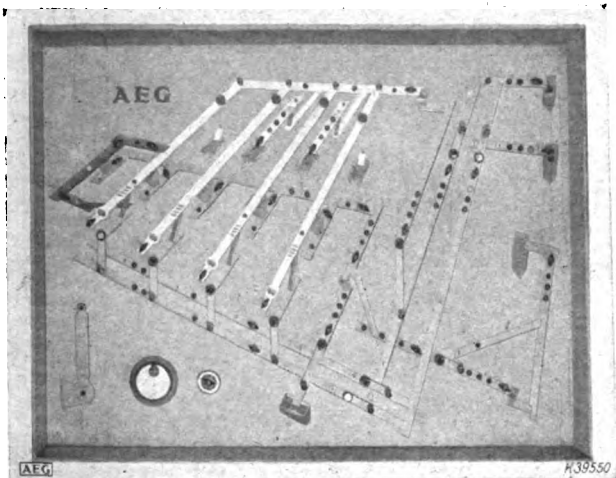


Abb. 1. Steuerwarte mit Bandschaltbild.

raum oder auf der Rückseite der Steuerwarte eingebaut, aufstellen.

Eine für Bergbaubetriebe geeignete Steuerwarte hat folgende Bedingungen zu erfüllen:

Bei Zentralsteuerung von der Schaltwarte aus: 1. Zwangslauf einer Schaltreihenfolge beim Einschalten sowie beim Ausschalten (Betätigung der Einschalt- bzw. Ausschalt-Druckknöpfe), um Schanzungen zu vermeiden. 2. Anzeige, welche Motoren zu einem Arbeitsgang in einer Motorgruppe zusammengefaßt sind. 3. Anzeige, welche Antriebe ein- oder ausgeschaltet sind. 4. Störungsanzeige beim Ausfallen eines oder mehrerer Antriebe und Kennzeichnung der Störungsstelle. 6. Einbeziehung der Schurren und Schieber in die Verriegelung in der Weise, daß die Einschaltung nur möglich ist, wenn die Stellung der Schurren oder Schieber usw. mit dem in der Schaltwarte geschalteten und verriegelten Förderweg übereinstimmt. 7. Störungsanzeige beim Verstellen einer Schurre oder eines Schiebers usw. während des Betriebes und Kennzeichnung der Störungsstelle. 8. Warnung durch ein Hupensignal, bevor die Inbetriebnahme eines Arbeitsganges möglich ist.

Bei örtlicher Einzelschaltung der Antriebe: 1. Möglichkeit, mit Ausschalt-Druckknöpfen in der Anlage jederzeit in Gefahrenfällen einen Arbeitsgang, d. h. eine Motorgruppe abzuschalten. 2. Möglichkeit, die Antriebe durch Einschalt-Druckknöpfe neben den Antrieben bei Ueberholungsarbeiten einzeln zu schalten, jedoch erst, nachdem durch Entriegelung in der Schaltwarte die Wirksamkeit der Einschalt-Druckknöpfe von dem Ueberwachenden freigegeben ist.

Allen diesen Forderungen entsprechen die von der AEG als Bandschaltbilder ausgeführten Schaltwarten. Hier sind auf der Schalttafel die Förderwege, die Antriebe usw. durch Symbole dargestellt und die Bedienungselemente (Druckknöpfe) mit eingebaut. In manchen Fällen läßt sich

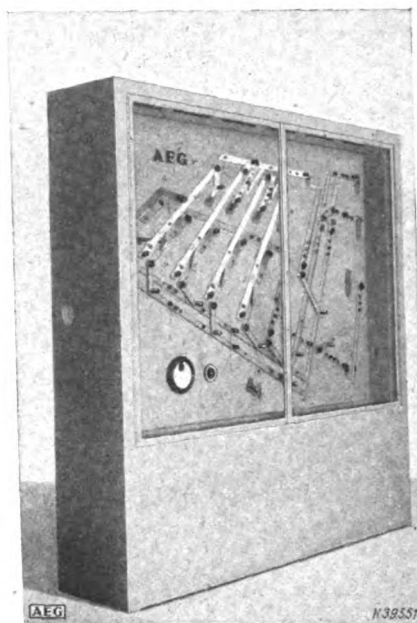


Abb. 2. Steuerwarte mit Bandschaltbild in staubdichter Ausführung.

Stellengesuche

Ingenieur-Werbeleiter!

Werbe-Fachmann, NSRDW., mit vielseitigen Kenntnissen und Erfahrungen, langjährige Praxis bei Überlandwerken und Industrie in Bau-Betriebs-Leitung, seit 7 Jahren Leiter der Werbeabteilung von Überlandwerk, ungek., ausgespr. Praktiker, organ. veranl. guter Redner, in Tarifverh. bewandert, drucktechn. Kenntnisse usw., 34 Jahre alt, sucht sich in nur entwicklungsf., selbständige

Vertrauens-Stellung zu verändern.

Angebote werden erbeten unter E. 1567 an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Diplom-Ingenieur

Vortragender in elektrischen Anlagen und Laboratorium, würde eine entsprechende Stelle außerhalb Europas übernehmen. Erstklassige Referenzen.

Angebote mit Gehaltsangabe bitte nach Warschau 1, poste restante 099341, zu richten. [1580]

Elektroingenieur Sudetendtsch., Arier, Mitgl. der SdP., verh., 34 J. alt, Absolv. der höh. techn. Lehranstalt Bodenbach a. d. Elbe, 5 Jahre Praxis als Techniker, seit 6 Jahren Reisender, Autofahrer, erfahren in Ausarbeitung von Projekten von Licht- und Kraftanlagen, guter Akquisiteur und Kalkulant, sucht in Deutschland entsprechenden Wirkungskreis. Gefl. Angebote mit Gehaltsangabe u. E. 1581 / F. K. 657 erb. an die Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Stellenangebote

Für ein neu zu errichtendes Dampfkraftwerk suchen wir einen

ELEKTROINGENIEUR

mit nachweislichen Betriebserfahrungen in den elektrischen Anlagen von Kraft- und Umspannwerken. Der Bewerber soll bis zur Fertigstellung des Werkes bei der Projektierung und Bauüberwachung mitarbeiten.

Bewerbungen mit lückenlosem Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild und Angabe des frühesten Eintrittstermins sind zu richten an: [1547]

Ostpreußenwerk A.G., Königsberg (Pr) 2
Postschließfach 642.

Für unser großes Entwicklungslaboratorium suchen wir

zwei Diplom-Ingenieure

die über eine ausreichende Laboratoriumspraxis zur Durchführung elektrophysikalischer Untersuchungen verfügen, sowie

zwei Elektro-Ingenieure

mit Hochschulbildung für unsere starkstromtechnische Abteilung.

Bewerbungen mit selbstgeschriebenem Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild und Gehaltsansprüchen erbeten an [1560]

Versuchsstation und Laboratorium BERNHARD BERGHAUS

Berlin-Lankwitz Charlottenstraße 31

Die Stadtwerke Halberstadt suchen baldigst einen

Oberingenieur

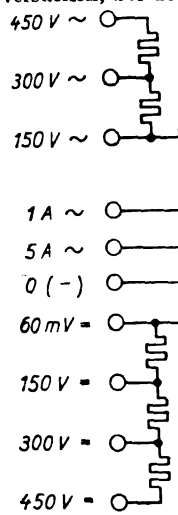
möglichst Diplom-Ingenieur mit mehrjährigen Erfahrungen im Betriebe von Elektrizitätswerken und Straßenbahnen. Kenntnisse im Omnibusbetrieb sind sehr erwünscht. Bewerber muß befähigt sein, den technischen Teil (Dampf- und Dieselmotor) sowie die Kabelnetze (Gleich- und Drehstrom) des Elektrizitätswerkes sowie die Bauarbeiten und den Betrieb der Straßenbahn und des Omnibusbetriebes zu überwachen. Bezüge nach Vergütungsgruppe II der Tarifordnung A für Gefolgschaftsmitglieder im öffentlichen Dienst. Dienstwohnung vorhanden. Den Bewerbungen sind Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild und Nachweis der arischen Abstammung (ggf. auch für Ehefrau) beizufügen. Bewerber müssen Gewähr dafür bieten, daß sie jederzeit rückhaltlos für den nationalsozialistischen Staat eintreten. Bewerbungen sind bis zum 1. Juli 1938 zu richten an den [1576]

Oberbürgermeister
der Stadt Halberstadt.

Tragbarer Universalschreiber.

Geschäftliche Mitteilung der AEG.

Alle elektrischen Anlagen werden durch anzeigende oder schreibende Meßgeräte auf ihren ordnungsgemäßen Zustand überwacht. Zahlreich sind jedoch die Fälle, in denen ein näherer Einblick in die Betriebsverhältnisse gewünscht wird. Dies ist beispielsweise bei Abnahmeversuchen, bei der Klärung von aufgetretenen Störungen oder bei Streitigkeiten an Uebergabestellen usw. der Fall. Für diese Zwecke werden zusätzliche Meßgeräte benötigt, unter welchen die Universalschreiber eine besondere Stellung einnehmen.



AEG

Abb. 1.
Grundsätzliche Schaltung
des kleinen AEG-Universalschreibers.

Der kleine Universalschreiber hat ein Drehspulmeßwerk mit Trockengleichrichter und ist als Strom- und Spannungsmesser für Gleichstrom und Wechselstrom von 50 Hz verwendbar. Infolge der angewandten Schaltung (Abb. 1) ist der elektrische Aufbau außerordentlich einfach, und die neun zweckmäßig abgestuften Meßbereiche lassen sich ohne besondere Umschalter wählen. Diese neun Meß-

Bei Gleichstrom- und Spannungsmessungen liegen beide Gleichrichter in Sperrichtung am Meßwerk. Der von diesen aufgenommene geringe Strom bewirkt eine Angleichung der Gleichstromskale an die Wechselstromskale. Gleichstrommessungen werden mit Nebenwiderständen von 60 mV Spannungsabfall vorgenommen. Der Eigenverbrauch bei Gleichspannungsmessungen beträgt etwa 100 mA.

Als Wechselstrommesser ist außer dem üblichen 5-A-Meßbereich noch ein 1-A-Meßbereich für Fernmessungen vorgesehen. Beim Wechselspannungsmesser dient eine Vorschaltung zum Ausgleich des Temperaturfehlers und zur Skalenbeeinflussung. Bemerkenswert ist bei diesem neuen Universalschreiber, daß die Skalenteilungen sämtlicher Meßbereiche in einwandfreier Weise zur Deckung gebracht wurden. Es sind also keinerlei auswechselbare Skalen vorgesehen, und jeder der vielen Meßwerte ist in einfacher Weise an der am Meßgerät angebrachten Skale abzulesen (Abb. 2).

Der Frequenzfehler des Universalschreibers bei Wechselstrom- und Wechselspannungsmessungen beträgt zwischen 16 und 500 Hz etwa 2 % vom Skalenendwert; der Temperaturfehler ist in allen Bereichen kleiner als 1,5 % je 10 °C.

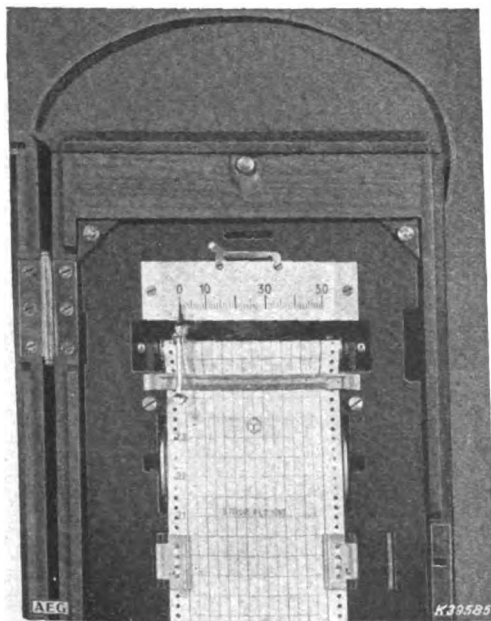


Abb. 2. Skala des kleinen AEG-Universalschreibers.



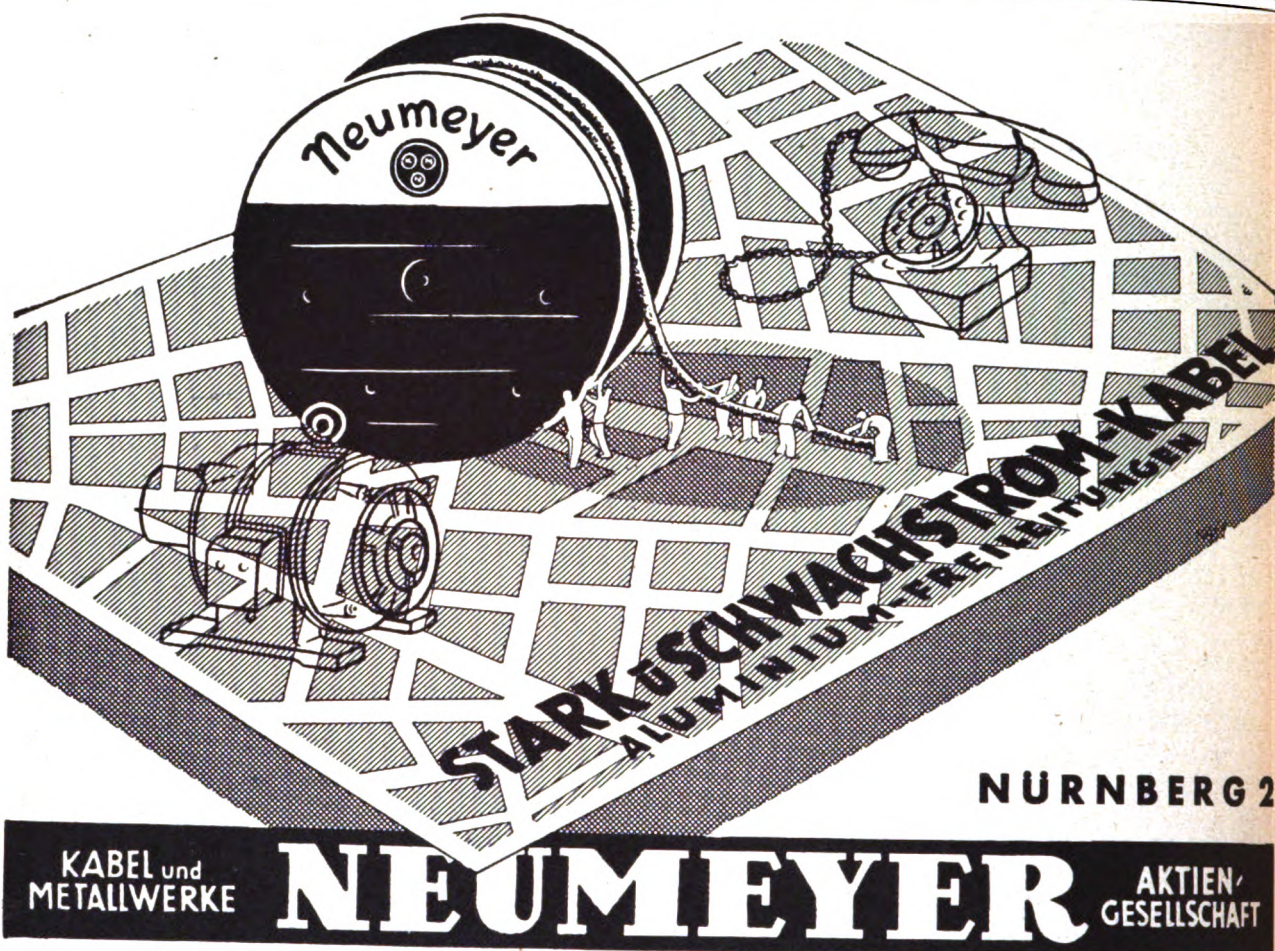
Abb. 3. Kleiner AEG-Universalschreiber.

Ihrem Verwendungszweck entsprechend werden die kleinen Universalschreiber in tragbarer Ausführung hergestellt (Abb. 3). Im Aufbau, in Aufzeichnungsart und den Daten des Papiervorschubes und des Meßstreifens entsprechen sie den bekannten kleinen Tintenschreibern der AEG. Der Meßstreifen hat eine nutzbare Schreibbreite von 70 mm; das Uhrwerk für den Papiervorschub wird von Hand aufgezogen und hat bei einem der gebräuchlichen Vorschübe von 20, 30, 60 oder 120 mm/h eine Gangdauer von etwa 8 Tagen. Die Übersetzungsräder vom Uhrwerk zur Vorschubachse sind an der Schreibplatte des Gerätes leicht zugänglich, so daß es ohne weiteres möglich ist, die Vorschübe innerhalb der genannten Werte zu ändern.

Die Papierführung ist so durchgebildet, daß die Meßlinie auch bei geschlossenem Gerät noch für mehrere vergangene Stunden sichtbar ist. Eine selbsttätige Aufwicklung nimmt den abgelaufenen Meßstreifen auf. Die Abmessungen betragen etwa 375 × 205 × 215 mm³.

bereiche sind durch getrennte Meßwandler bzw. Voroder Nebenwiderstände beliebig zu erweitern.

Bei den Wechselstrommessungen wird durch eine Gegentaktschaltung mit sekundärseitig angezapftem Umspanner der Eigenverbrauch äußerst klein gehalten. Außerdem sind bei Wechselspannungsmessungen die Amperewindungen auf der Primärseite des Umspanners so ausgewählt, daß die Stromaufnahme nur noch etwa 20 mA beträgt.

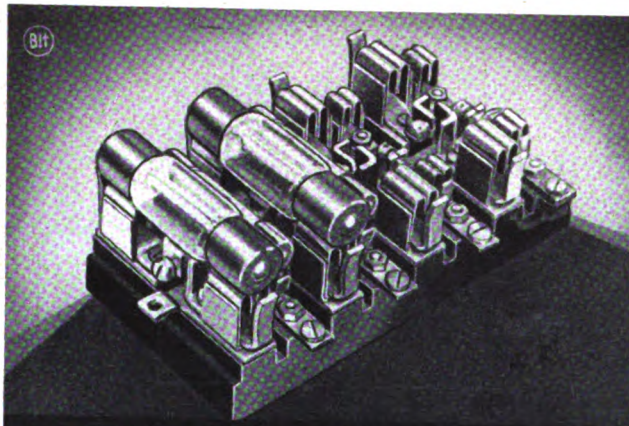


Neumeyer

STARK- u. SCHWACHSTROM-KABEL
ALUMINIUM-FREILEITUNGEN

NÜRNBERG 2

KABEL und METALLWERKE **NEUMEYER** **AKTIEN-GESELLSCHAFT**



Sicherungs-Sätze und Kästchen
für alle Arten Strom- u. Spannungsschutz auf Isolierpreßstoffsockel
Liste 39

WILHELM QUANTE
SPEZIALFABRIK FÜR APPARATE DER FERNMELDETECHNIK
INH. HERMANN QUANTE
WUPPERTAL-ELBERFELD
Uellendahlerstr. 353 · Fernspr. - Sammel-Nr. 22211
Drachenschrift: Quantewerke

WQ
GEGR. 1892

Montage-Universal-Instrument
VIWA-Meter!



V = Voltmeter für Gleich- und Wechselstrom
I = Isolationsmesser mit Kurbelinduktor
W = Widerstands-Meßbrücke (für feste und flüssige Leiter, Erdleitungen)
A = Ampèremeter für Gleich- u. Wechselstrom

Universell verwendbar für sämtliche vorkommenden Messungen!
Unentbehrlich für Installateure, Kraftwerke, Überlandzentralen!

Liste 220/2 anfordern!

EXCELSIOR-WERK Rudolf Kiesewetter
Leipzig 2 C1

Leuchten aus nicht leitenden Baustoffen.

Geschäftliche Mitteilung der AEG.

Im Zuge der Entwicklung von Leuchten mit besonders hoher Betriebssicherheit ist die neue AEG-Isolux-Werkraumleuchte entstanden, bei deren Aufbau ausschließlich die betriebsmäßig spannungsführenden Teile aus elektrisch leitendem Material hergestellt werden. Die Leuchte ist im wesentlichen aus Isolierpreßstoff und Glas aufgebaut. Sie ähnelt in ihrer äußeren Form den bisher üblichen

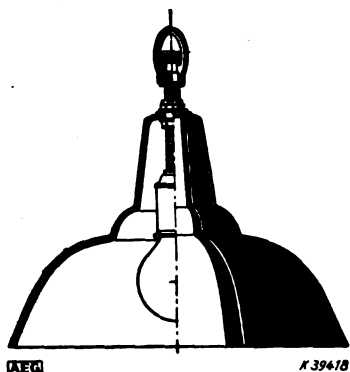


Abb. 1. AEG-Isolux-Werkraumleuchte.

Tiefbreitstrahlern aus feuervermailltem Stahlblech und hat direkte tiefbreitstrahlende Lichtverteilung (Abb. 1).

Die Leuchte wird mit dieser Lichtverteilungsart für sämtliche Werkräume mittlerer Höhe angewendet, bei denen dunkle Wände die direkte Lichtverteilung erforderlich machen. Sofern man Decke und Wände rückstrahlungsfähig gestalten kann, empfiehlt es sich, die Wahl ausführung mit lichtdurchlässigem Glas zu verwenden, wodurch eine Aufhellung des Raumes über der Leuchte und damit neben besserer Gleichförmigkeit der Beleuchtung auch eine bessere Wirkung des Gesamttraumes erreicht wird.

Die frühere Ausführung mit feuervermailltem Stahlblechschirm hatte ein Tragerohr zur Befestigung von Aufhänger und Fassung aus leitendem Werkstoff, so daß bei Isolationsfehlern der eingezogenen Leitung Betriebsstörungen eintreten konnten, die durch den neuen Aufbau völlig ausgeschaltet werden. Es ist sogar möglich gewesen, auch den Wirkungsgrad der neuen Isolux-Werkraumleuchte gegenüber der feuervermaillten Ausführung zu erhöhen. Hierzu wird ein stark rückstrahlungsfähiges Opalglas verwendet, das außen silbergrau gespritzt wird. Der eigentliche Leuchterschirm wird mit dem sogenannten Dom — dem Oberteil, das die Fassung aufnimmt — gemeinsam in einem Stück geblasen. Um Spannungen innerhalb des Glases zu vermeiden, wird die fertige Leuchte sorgfältig gekühlt. Der äußere Farbelag wird in einem besonderen Arbeitsgang auf der Glasoberfläche eingebrannt, um ihn gegen Feuchtigkeitseinwirkungen zu schützen und zu vermeiden, daß er infolge der Wärmeentwicklung der Glühlampe abplatzt. Bei Verwendung dieser Glasleuchte ohne äußeren lichtundurchlässigen Anstrich wird zwar eine gewisse Mitbeleuchtung des Raumes erzielt, aber durch das hohe Rückstrahlvermögen wird vermieden, daß ein wesentlicher Rückgang der Lichtausstrahlung nach unten eintritt.

Bedenken bezüglich der mechanischen Haltbarkeit solcher Glasleuchten können nach den vorliegenden Erfahrungen als unbegründet betrachtet werden, um so mehr als die mechanische Beanspruchung dieser Leuchten nach dem Anbringen wegen ihrer geringen Höhenausdehnung nur unwesentlich sind.

Die Leuchte ist so aufgebaut, daß an einem Isolierstoff-Halterohr der Glasschirm durch Preßstoffscheiben und Muttern befestigt wird. Selbstverständlich besteht auch die an diesem Halterohr befestigte Fassung aus Isolierstoff. Sie entspricht den Vorschriften des VDE und läßt auch bei Verwendung von 200-W-Lampen ein Festbrennen des Lampensockels nicht eintreten. Zur Befestigung der Leuchte an den üblichen Deckenhaken ist ein neuentwickelter Aufhänger vorgesehen, der ebenfalls vollständig aus Preßstoff besteht. Zum leichteren Anschluß der Leitung ist im Aufhänger eine Isolierstoff-Lüsterklemme eingebaut. Die Beanspruchungsversuche, die mit diesem Aufhänger angestellt wurden, haben ergeben, daß seine Zugfestigkeit ein Vielfaches des überhaupt in Frage kommenden Leuchtengewichtes beträgt, so daß auch hier keinerlei Bedenken bezüglich der mechanischen Haltbarkeit bestehen.

Durch diese Bauform wurde erreicht, daß die Leuchte als „ganzisoliert“ anzusehen ist. Die Leuchte bietet also erhöhte Betriebssicherheit und hohe Lichtausbeute; sie ist außerdem völlig ohne Sparstoffe aufgebaut. Durch die ausschließliche Verwendung deutscher Werkstoffe ist eine schnelle Lieferung möglich. Der Preis der AEG-Isolux-Werkraumleuchte unterscheidet sich nicht wesentlich von dem der früheren Stahlblech-Ausführungen, wobei zu berücksichtigen ist, daß die Anordnung der Fassung und des Tragerohres ein Einstellen der Fassungs-

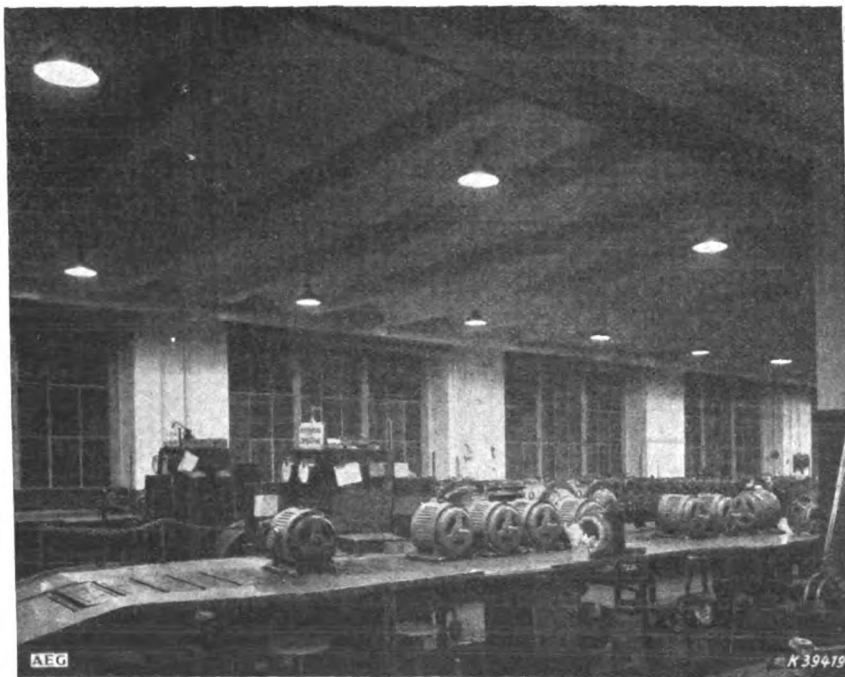


Abb. 2. Montagewerkstatt mit AEG-Isolux-Werkraumleuchten.

höhe und damit des Lichtausstrahlungsbereiches zur Anpassung an verschieden große Glühlampen gestattet.

Als Anwendungsbeispiel zeigt Abb. 2 einen Werkraum, der mit dieser neuen Leuchtenform unter gleicher Beleuchtungswirkung, aber mit höherem Wirkungsgrad beleuchtet worden ist, als es der früheren Stahlblechausführung entsprechen würde.

Stellengesuche

INGENIEUR-KAUFMANN

zur Zeit tätig als Betriebsführer mit Einzelprokura in Großhandelsfirma m. Millionenumsatz beabsichtigt, sich aus persönlichen Gründen (Familie) zu verändern. Alter 37 Jahre, unverbrauchte Arbeitskraft, hervorragender Verhandlungstaktiker, überdurchschnittlicher Organisator. Als Verkaufschef (Oberingenieur) in Elektrokonzern (1929—1936) 8 Jahre lang erfolgreich bewährt und an zähes Einsetzen gewöhnt. Gewünscht wird nur leitende gut dotierte Position mit entspr. verantwortl. Wirkungskreis. Gefl. Zuschriften erbeten unter E. 1621 an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

El. - Ingenieur u. Elektromaschinenbaumeister, 25 J., led., sucht zum 5. Juli Stellung. Berechn., Prüffeld, Betrieb, (außerh. Berlin). Gute Zeugnisse. Zuschr. erb. an [1620] K. Sellin, Berlin-Wilhelmsruh, Linden-Allee 40.

Gepr. Elektromeister [1619] 34 J., verh., m. vielseitig. Kenntnissen i. d. Elektrotechnik, in Walzwerksbau-, Gießerei-, Masch.-Fabr. tätig, in ungek. Pos., sucht entwicklungs-f. Wirkungskreis. Angeb. erbeten an Wilh. Schweitzer, Buschhütten-Siegen, Bottenbacher Str. 50.

Stellenangebote

Bosch

Wir suchen für unsere technisch-literarische Abteilung einen

Ingenieur

Erforderlich: Klares und folgerichtiges Denken, gute sprachliche Ausdrucksweise.

Bewerbungen mit handgeschriebenem Lebenslauf, Lichtbild und Zeugnisabschriften sowie mit Angabe der Gehaltsansprüche bitten wir zu richten an

Robert Bosch G.m.b.H.
T 860 Angestelltenbüro
Stuttgart [1637]

Jg. Elektro-Techniker

(od. Ing.) perf. i. Zeich., Projekt., Montageüberwach., Abrech., Inst. u. Kabel-Anlagen, insbes. behörl. Groß-Bau-stellen, p. sof. ges. Bewerb. m. Gehaltsanspr., Nachw. d. bish. Tätigk. sowie kürz. Eintrittstermin sind zu richten an [1629] Ing.-Büro Elektro-Bär, Würzburg, Herrnstraße 1.

Wir suchen

Konstrukteure und Zeichner

für Entwicklung elektrischer Meßgeräte und -apparate. Angebote mit handgeschriebenem Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild, Gehaltsansprüchen und Eintrittstermin erbeten an [1650]

Deuta-Werke G. m. b. H., Abteilung T 1
Berlin SO 36, Oranienstr. 25

§ § SIEMENS

Wir suchen zu baldigem Eintritt für eines unserer Technischen Büros in Norddeutschland

erfahrenen Ingenieur (möglichst Diplomingenieur)

zur Bearbeitung von Projekten für Industrie und Behörden. Bewerber muß gute Verhandlungsfähigkeit besitzen und in der Lage sein, größere Projekte selbständig zu bearbeiten sowie gegebenenfalls die Montage zu überwachen.

Bewerbungen mit eigenhändig geschriebenem Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschriften, Angabe der Gehaltsansprüche und des frühesten Eintrittstages erbeten unter Kennwort „TS 437“ an die [1234]

Siemens - Angestellten - Vermittlungsstelle
Berlin-Siemensstadt, Verwaltungsgebäude

Erfahrener Elektromeister

der an selbständiges Arbeiten gewöhnt ist, für die Beaufsichtigung der elektrischen Anlagen eines größeren Braunkohlenwerkes gesucht.

Bewerbungen mit selbstgeschriebenem Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Gehaltsansprüchen und Angabe des frühesten Eintrittstermines an [1624]

Anhaltische Kohlenwerke
Halle (Saale), Prinzenstraße 16.

Zu baldigstem Eintritt gesucht jüngerer

Diplom-Ingenieur

auch Anfänger, für Betriebsstellung im Überland- und Stadtbetrieb mit Wohnsitz Minden. [1627]

Bewerbungsschreiben mit ausführlichem Lebenslauf, Zeugnisabschriften u. Gehaltsansprüchen sind zu richten an

Elektrizitätswerk Minden-Ravensberg GmbH.
Herford, Postschließfach 504

Erfahrener Elektro-Ingenieur

für Planung, Ausschreibung und Bauüberwachung von Hoch-, Niederspannungs- und Beleuchtungsanlagen für große Bauvorhaben sofort oder später gesucht. [1633]

Besoldung nach der neuen TOA. Schriftliche Bewerbungen mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Gehaltsansprüchen und frühestem Eintrittsdatum an

Reichspostbaudirektion Berlin
Berlin NW 7, Reichstagsufer 10

E T Z

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT

INHALT

Die Fernmeldeanlagen des Gästehauses der Stadt der Reichsparteitage.
Von W. Fösel. 685

Neuartige Umschaltung von Strom-, Spannungs- und Leistungsmessern
in Dreiphasenschaltungen. Von Karl Maier VDE. 687

Einrichtung zur Messung elektrischer Winkel sowie räumlicher Winkel
an umlaufenden Maschinen. Von W. Ostendorf. 689

Die Entwicklung der großen Wärmekraftwerke in Frankreich. 693

Technische Neuerungen auf dem Gebiete des Fernmeldewesens in den
V.S. Amerika im Jahre 1937. 694

Elektrowärme-Sondermassen. Von P. Silberbach VDE. 696

Rundschau

Das Kriechen von Röhrenkabeln. 697 — Entwurf der Dämpferwick-
lung bei Wechselstrom-Hubmagneten. 697 — Untersuchung über die
Lichtbogenbildung auf dem Kommutator von Gleichstrommaschinen. 698
— Blindwiderstände des Längs- und Querfeldes und Stabilitätskurven

der Synchronmaschine. 699 — Eine Sicherheitsschaltung für Gleich-
richteranlagen mit gasgefüllten Röhren. 699 — Ein Polaritätsanzeiger
für Wechselspannungsüberschläge. 700 — Verwendung des Piezoquarz-
meßverfahrens zur Kraftmessung bei den französischen Bahnen. 700 —
Über das Problem der Leuchtkörperzusammendrängung in gasgefüllten
Glühlampen. 700 — Der Reflexionskoeffizient der Erdoberfläche für
Funkwellen. 701 — Piezoquarze für ultrakurze Wellen. 701 — Über
den Widerstandswerkstoff Isabellin. 701 — Das neue elektrotechnische
Institut der Königlich Technischen Hochschule in Giza bei Kairo. 702
— Aus letzter Zeit. 702

Verbandsteil

VDE: Aufruf betr. Technische Nothilfe. Mitgliedsbeiträge. Bekannt-
machungen: Ausschuß für Installationsmaterial. 703 — Ausschuß
für Errichtungsvorschriften I. — Ausschuß für Isolierstoffe. 705

Verschiedenes

Buchbesprechungen: D. C. Gall, H. Freytag. 708

Eingänge: Bücher. Doktordissertationen. 708



Einfach-zuverlässig- betriebsicher

FÜR JEDEN ELEKTROANTRIEB LIEFERT
SBIK FERNSTEUERUNGEN MIT U. OHNE
MOTORSCHUTZ, MOTORSCHUTZSCHAL-
TER, AUTOMATISCHE STERNDREIECK-
SCHALTER, WENDESCHALTER, POLUM-
SCHALTER, FERNWARTE UND SCHUTZE
FÜR JEDEN VERWENDUNGSZWECK

FORDERN SIE PREISLISTEN UND PROSPEKTE

SCHIELE INDUSTRIEWERKE INHABER
HORNBERG / SCHWARZWALDBAHN FRANZ SCHIELE



Kabelwerk Duisburg

DUISBURG / FERNSPRECHER 34521

Altbewährte Spezialfabrik für

Starkstromkabel

aller Spannungen
Stauchschutz-Dehnungskabel

Fernkabel

Fernsprechkabel

mit Pupinspulenausrüstung

Isolierte Leitungen

für alle Zwecke der Elektrotechnik

Isolierrohre

mit verbleitem Eisenmantel und
aluminiumplattiertem Eisenmantel
und Zubehör

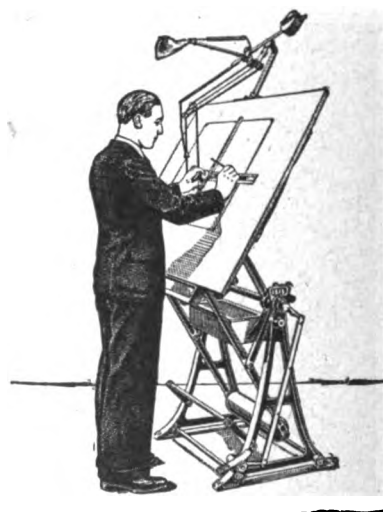
Stahlpanzerrohre

und Zubehör

»Bulla« Paketschalter



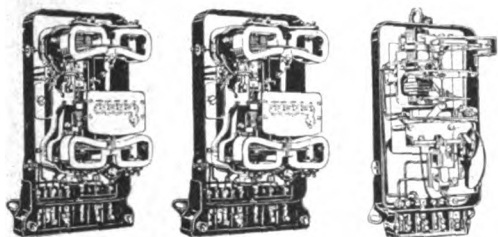
SCHOELLER & CO. FRANKFURT A.M. SÜD
ELEKTROTECHNISCHE FABRIK G.M.B.H.



ISIS-ZEICHENMASCHINEN UND ISIS-ZEICHENTISCHE

bilden unsere alleinigen Erzeugnisse und verkörpern die wichtigsten Fortschritte auf dem Gebiete der neuzeitlichen Zeichengeräte. Zahlreiche eigene Patente. Fünfzehnjährige Erfahrung aus Zehntausenden von Ausführungen. Druckschriften kostenlos.

DR. GRAF G.M.B.H., GOTHA 13

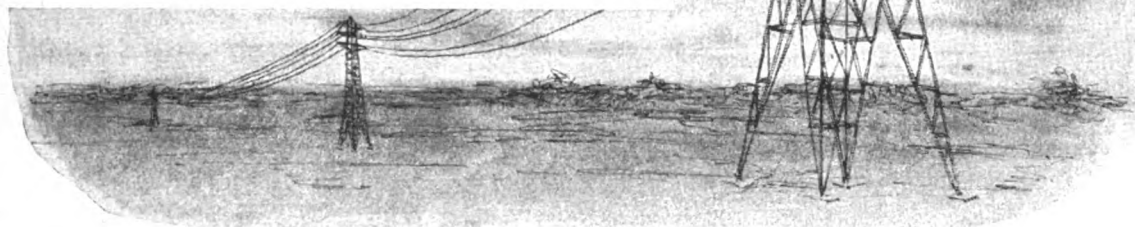
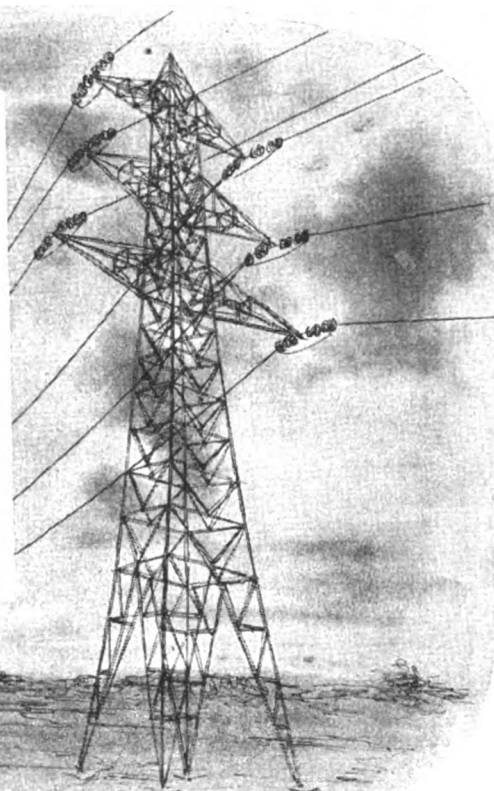


PFN-342

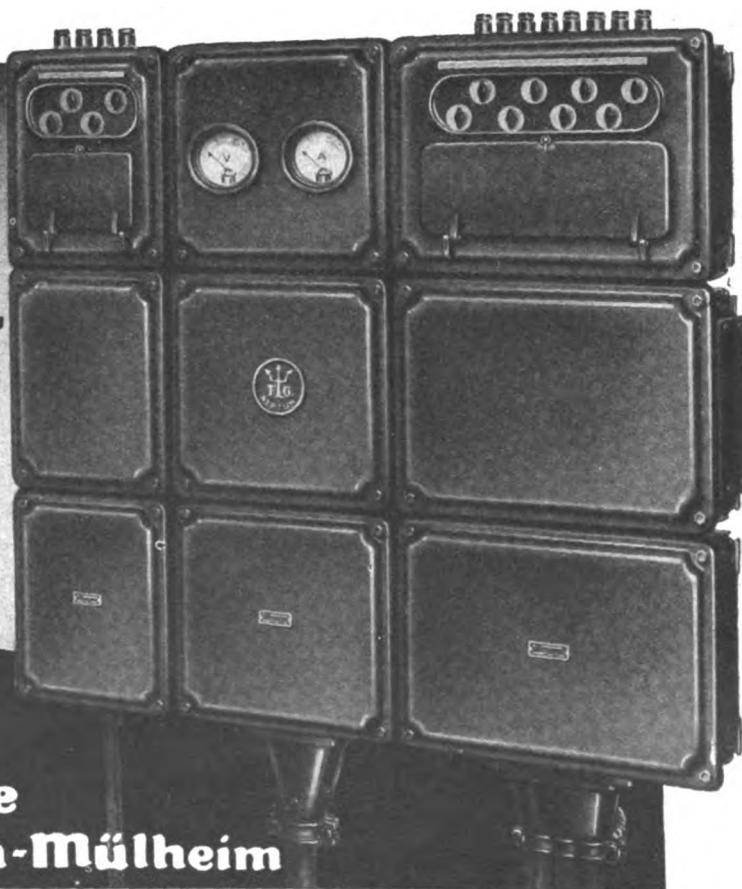
Zur Messung von Hochspannungsenergie nach den genauesten, derzeit bekannten Messverfahren verwendet man die Präzisions-Messgruppe, bestehend aus zwei Präzisionszählern und einem wattmetrischen Steuerrelais. Verlangen Sie Druckschriften D 12.1.21 und alle weiteren Auskünfte wie auch Angebote bei

PAUL FIRCHOW NACHFGR. BERLIN SW61

Apparate- und Uhrenfabrik · Aktiengesellschaft



Formschöne
**Licht- und
Kraftverteiler-
anlagen**



Felten & Guillaume
Carlswerk A.G. Köln-Mülheim

MOLITOR *Leuchten*

OM • LUX • MASCHINEN • LEUCHTEN •
 OM • LUX • MASCHINEN • LEUCHTEN •
 MOLITOR • GELENK • LEUCHTEN •
 MOLITOR • GELENK • LEUCHTEN •
 MOLITOR • WERKSTATT • LEUCHTEN •
 MOLITOR • WERKSTATT • LEUCHTEN •
 ARBEITS • U. • SCHREIBTISCH • LEUCHTEN •
 ARBEITS • U. • SCHREIBTISCH • LEUCHTEN •

MOLITOR

OTTO MÜLLER AKTIENGESellschaft
Leipzig • 05

WOLFF LEIPZIG

Ölkühler für Transformatoren
 Großbetriebe

Luftkühler für Turbogeneratoren

Rückkühler für Gleichrichter

Isolieröl-
 Regenerieranlagen

Universal-
 Ölreinigungsanlagen

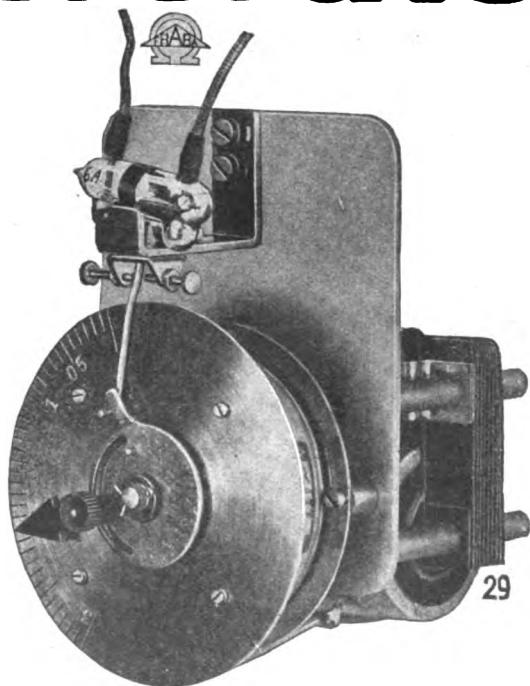
25 Jahre Indirekte Ölerwärmung
 Vakuumeinrichtung DRP

Geliefert an: RWE, Bewag, Bayernwerk, MEW,
 Esag, ASW, Deutsche Reichsbahn,
 Hochspannungsgesellschaft Köln
 usw.

HERING

NÜRNBERG Gegr. 1884

Relais



FRANZ BAUMGARTNER
 Fabrik elektrischer Apparate
 Köln-Klettenberg 1

Zeichenmaschinen
KUHLMANN

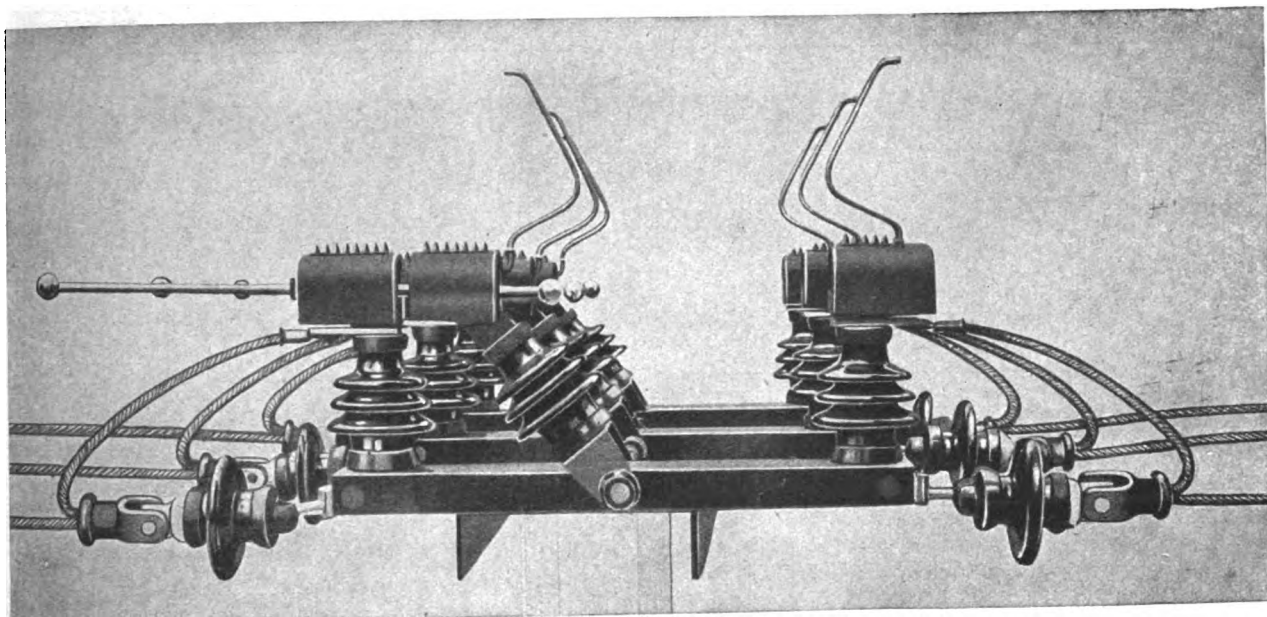
Zeichentische
KUHLMANN

höchste Präzision

FRANZ KUHLMANN • WILHELMSHAV

SUKLAM-Freiluft-Lastschubschalter

Keine Beanspruchung der Verbindungsseile



REH-Reihe 10, 400 Amp.

Verlangen Sie unsere neuesten Druckschriften

E. NEUMANN Hochspannungs-
Apparate, GmbH. **Berlin-Charlottenburg 5**

GOSSEN
MESSGERÄTE

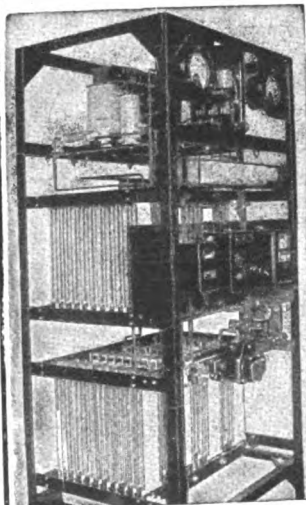
findet man
in den größten Ozeanriesen
in den modernsten Flugzeugen
in den Rundfunk-
und Kurzwellensendern
in jedem Laboratorium
in Großkraftwerken
bei Forschungsexpeditionen
bei den Bastlern und
in der kleinsten Werkstatt

GOSSEN
Fabrik elektrischer Meßgeräte
ERLANGEN (Bayern)

WESTINGHOUSE

Cooper Hewitt G. m. b. H.

Berlin SO 36 • Köpenicker Str. 6a-7



Quecksilberdampf-
Glühkathoden-
Trocken-

Gleichrichter

für alle
Anwendungsgebiete

Vollautomatische
Batterieladung

durch

Resonanz-Phasen-
Kippdrossel

Drehstrom-
Trocken-Gleichrichter
für Elektrokarrenladung
Blei- u. alkal. Batterien

Imprägnieranlagen Hochvacuum-MAKO ERFURT

Trocken- u. Trinkanlagen Reichartstr. 8



ETZ-ANZEIGER

„Sternoltin“

streichfähiges
gebrauchsfertiges

Lötzin

Lötzinndraht

Löt-Wasser

Verzinnungsmasse „Stern-Blitz“

Kein Rosten oder Oxydieren!

BleiwerkMorgenstern

Dresden-A. 29 (arisches Unternehmen)

Einanker-Umformer
Transformatoren
Drosseln — Spulen
für alle Zwecke
seit 1922
Listen ET frei!
Ing. E. n. F. Engel
Wiesbaden 90
Detzheimerstr. 105



Vorschriftsmäßige

Aushänge- und Warnungsplakate

des Verbandes Deutscher Elektrotechniker



Man verlange Liste

J. ED. WUNDERLE / MAINZ-KASTEL

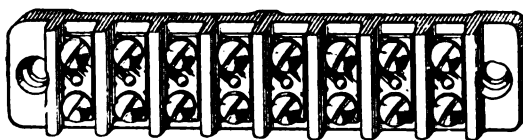
Reklame-Rechenschieber

DRP.

Reklame-Rechenschieber

Dr.-Ing. Seehase
Berlin SO 36

STEATIT-Klemmleisten



KARL H. ACKERMANN, BERLIN N65E Postfach 46



Werde Mitglied der RG

FABRIKZEICHEN



C. & E. Fein, Stuttgart
Erste Spezialfabrik
für Elektrowerkzeuge
Gegr. 1867

Holländische Draht-
und Kabelwerke A. G.
Amsterdam



Gummi-isolierte Leitungen
aller Art.



Ing. Paul Vahle KG, Dortmund
Alleinherstellerin der
Vahleschienen DRP.

VORWERK
ISOLIERBAND

Vorwerk & Sohn
Wuppertal-Barmen

Barthel Elektro-Lötkolben
sind in Konstruktion und Leistung
vorbildlich, sparsam u. betriebsfester
Versäumen Sie nicht
Prospekte einzufordern!

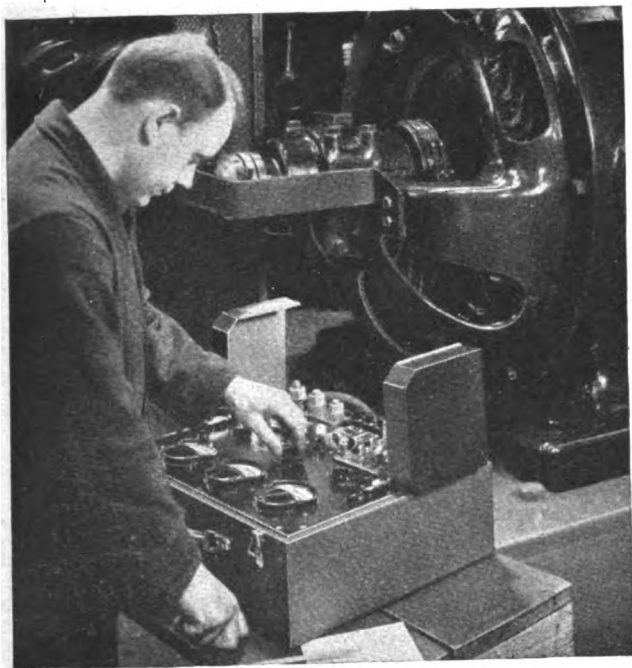
Gustav Barthel G.M.B.H., Dresden-A. 21/278



Wie messen wir heute?

Leistung bei Wechsel- und Drehstrom

23 205



Z-Meßkoffer für Wechselstrom-Leistungsmessungen bei der Überprüfung einer Maschine



Astatischer Präzisions-Leistungsmesser auf einem Eichplatz im Prüflamt

Wer öfter wattmetrische Messungen im Betrieb auszuführen hat, benutzt mit Vorteil den meßfertig geschalteten **Z-Meßkoffer für Wechselstrom-Leistungsmessungen**. Mit seinen eingebauten Instrumenten, Stromwandlern und Vorwiderständen für viele Meßbereiche bis 600 A bzw. 650 V ermöglicht er ebenso schnelles wie sicheres Messen von Einphasenstrom und Drehstrom gleicher und beliebiger Belastung mit einer stets gleichen Genauigkeit von $\pm 1\%$.

Für die gesteigerten Ansprüche des Prüfamtes und Laboratoriums an die Meßgenauigkeit sowie an die Unempfindlichkeit gegen homogene Fremdfelder wurden die **astatischen Präzisions-Leistungsmesser** geschaffen. Durch die astatische Schaltung ihrer beiden eisenlosen elektrodynamischen Meßwerke ist der Fremdfeldeinfluß auch unter ungünstigsten Verhältnissen äußerst gering (kleiner als $\pm 0,3\%$ bei 5 Gauß, bezogen auf Endausschlag).

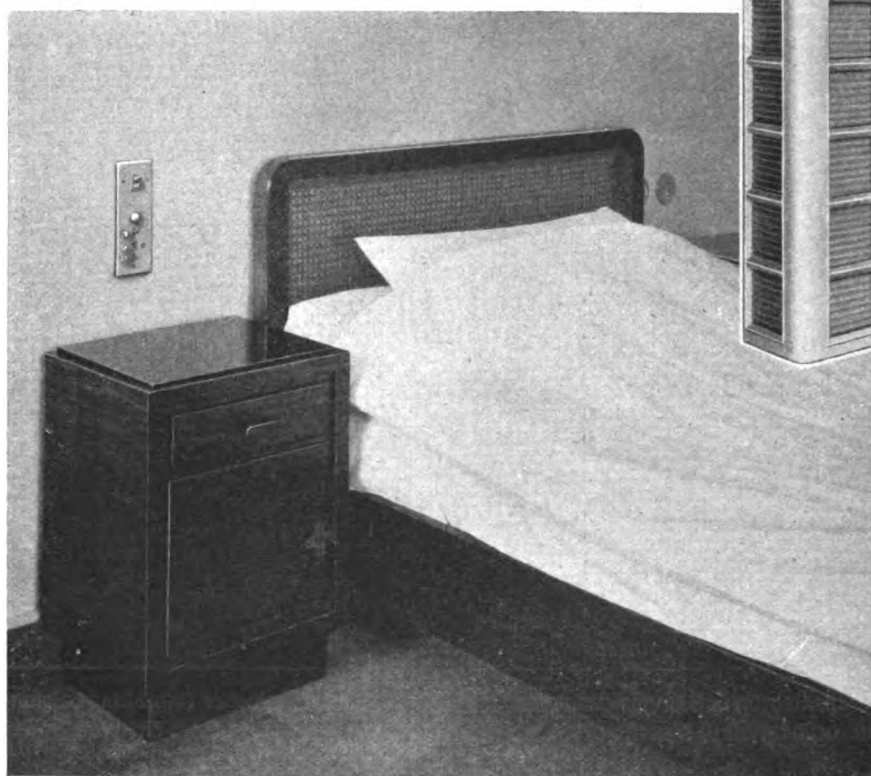
Nähere Auskunft und Drucksachen von

SIEMENS & HÄLSKE AG · WERNERWERK · BERLIN-SIEMENSSTADT



LICHTRUFANLAGEN

für das Hotel



6teilige
Gruppenlampe

Lichtschalter und Ruftaster mit Beruhigungslampe unter gemeinsamer Abdeckplatte

Einfarben- und Mehrfarbenruf
Kellnerrufanlagen
Schnelle Bedienung der Gäste, auch bei
Personalmangel
Lautloses Arbeiten
Wirtschaftlich im Betrieb

Drucksachen auf Wunsch — Kostenlose Beratung

SIEMENS & HALSKE AG · WERNERWERK · BERLIN-SIEMENSSTADT

ES 030



Dunkle Hauseingänge und Hofeinfahrten

sind oft die Veranlassung von Unfällen. Das Auge braucht viel und gutes Licht, wenn es den Menschen richtig leiten soll, damit er keinen Körperschaden erleidet. Das gefährliche Dunkel oder Halbdunkel der Hauseingänge und Hofeinfahrten muß überall verschwinden. **Osram-D-Lampen**, mit der Doppelwendel, für 40, 60, 75 und 100 Watt sind gute Helfer im Kampf gegen die Dunkelheit.



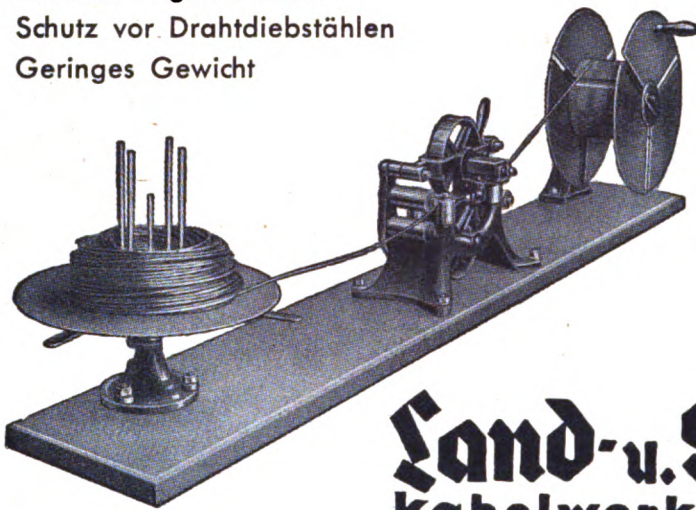
54

OSRAM

Längenmeßapparate

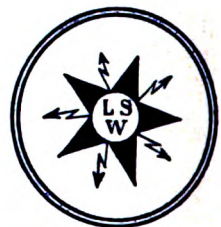
zur Eichung zugelassen!

Leichte Handhabung und
Schnelle Lagerkontrolle
Schutz vor Drahtdiebstählen
Geringes Gewicht



Typ **F 3**
leichte Ausführung
Typ **F 1** und **F 2**
schwere Ausführung
Typ **F 0**
extra schwere Ausführung
Zahlreiche Referenzen!

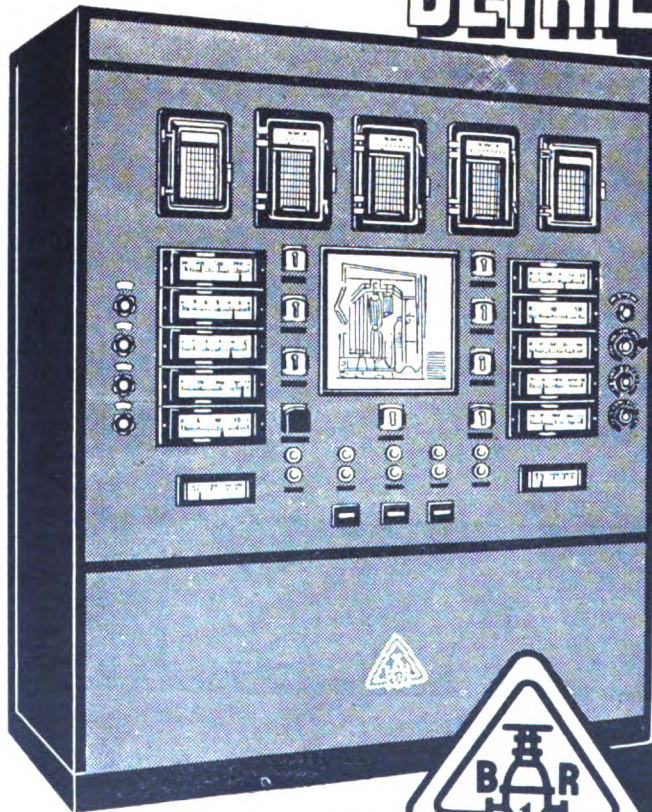
Sand-u. See-
Kabelwerke A.G.
Köln - Nippes



BETRIEBS-ÜBERWACHUNG

durch einen

B&R MESSCHRANK



Man verlange Druckschrift 244 ETZ



Messung von

Dampfdruck und Dampfmenge
Dampf Temperatur
Speise - Heißwassermenge
Speise - Heißwassertemperatur
Rauchgastemperatur
Rauchgasanalyse
Rauchgaszug
Kraftstoffmengen u. s. w.

Vorbildliche Meßanlagen im In-
und Ausland ausgeführt

BOPP & REUTHER
G · M · B · H
MANNHEIM - WALDHOF

BERGMANN

AUS UNSEREM FABRIKATIONSPROGRAMM:



Elektro-Motoren

Elektro-Genерatoren

BERGMANN-ELEKTRICITÄTS-WERKE AG. BERLIN-WILHELMSRUH

Ohne Leitungsunterbrechung werden Wechselströme gemessen mit dem

H&B-Dietze-Anleger

kleiner zangenförmiger Stromwandler

Durch Zusammendrücken der Handgriffe öffnet sich der Eisenkern, so daß mit ihm die Leitung umklammert werden kann, die dann die Primärwicklung des Wandlers bildet.

Meßbereiche von 2 bis 1000 Amp.

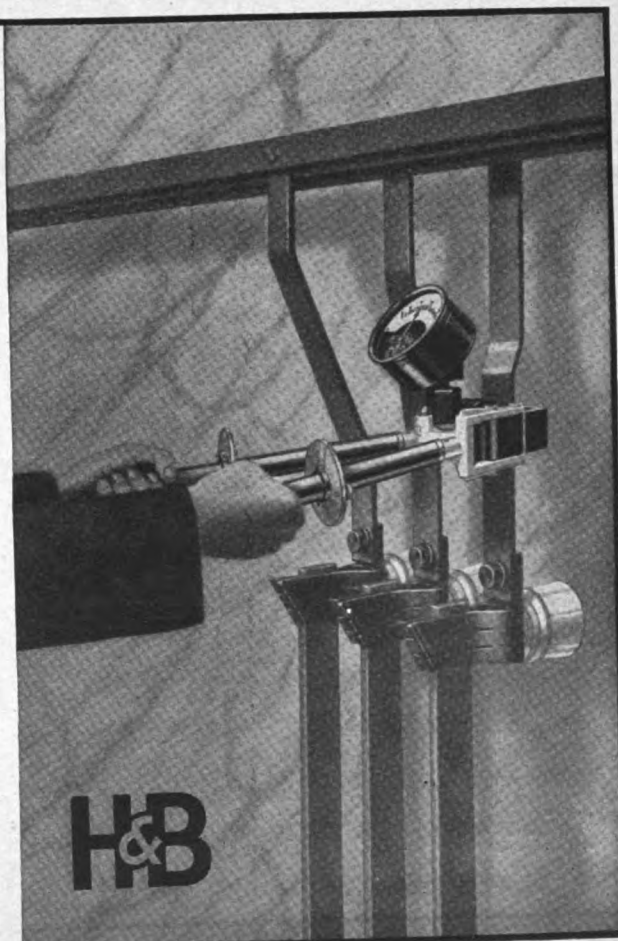
bis 750 Volt

mit ansteckbaren oder tragbaren Strommessern sowie mit Linienschreibern

bis 20000 Volt

nur mit ansteckbaren Strommessern (siehe Bild)

HARTMANN & BRAUN
A-G FRANKFURT/MAIN



AEG

STARKSTROMKABEL, KABELNETZE

Massekabel bis 20 kV. Druckgaskabel von 20 kV ab. Ölkabel von 60-220 kV. Hierzu Endverschlüsse jeder Art: Isolierpreßstoff-Kleinendverschlüsse für Ein- und Mehrleiterkabel bis 20 kV, kittlose Porzellan-Endverschlüsse für Innenraum- und Freiluftleitungen bis 220 kV.

FERNMELDEKABEL, KABELNETZE

Pupinspulen, Fernsprechverstärker und Übertrager, sämtliches Zubehör für Fernmeldekabel, Meßgeräte für die Fernmeldetechnik, Rundfunkverstärker und Rundfunkkabel. Einrichtungen für Trägerstromtelefonie, Unterlagerungs- und Wechselstromtelegraphie.

BLANKES LEITUNGSMATERIAL

Drähte, Seile und Hohlseile für Höchstspannungen, Sammelschienen, Segmente, Schienenverbinder, Fahrdrähte aus Kupfer und Fahrdrähte aus Stahlaluminium

ISOLIERTE LEITUNGEN

Feuchtraumleitungen, Flexostecker und Flexoschnüre (DRP), Leuchtröhrenleitungen, Apyroldraht für hochbeanspruchte Wicklungen, Dynamodraht mit Papier- und Kunstseidebespinnung, AEG-Handbiege-Rohrdracht.

GUMMI FABRIKATE

Isolatoren für Bahnüberleitungen, Isolierband, Griffe und Haltestangen für Fahrzeuge sowie Auskleidungen mit alkali- und säurebeständigem Hartgummi.

ANFRAGEN AN DIE AEG-BUROS ERBETEN

ALLGEMEINE ELEKTRICITÄTS-GESELLSCHAFT



Hoher Wirkungsgrad

Betriebs-sicherheit

Wartungsloser Betrieb

Gleichrichter

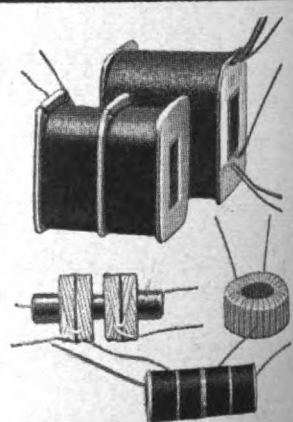
für alle technischen Verwendungszwecke, Notbeleuchtungsanlagen usw.

Fordern Sie Liste AKE 300

Heliogen ELEKTROTECHNISCHE FABRIK
HERM. PAWLIK

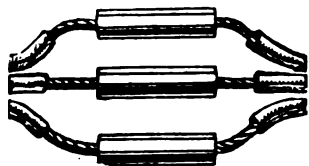
Bad Blankenburg Thür. Wald

Magnet-
Spulen



für die gesamte Elektro-Industrie

WILHELM BINDER
Maschinen- und Elektro-Apparate-Fabrik
VILLINGEN/SCHWARZWALD 70



KABEL-LÖTUNGEN

an ALUMINIUMLEITERN unter Verwendung von Kabelschuhen und Kabelmuffen **einfach, zuverlässig und korrosionsfest** durch das

ALUMINIUM-SPEZIALLOT M.S. 410

Die Verwendung von M. S. 410 ALUMINIUM-SPEZIALLOT erfordert kein Anreiben der einzelnen Drähte oder den Gebrauch von korrosionsfördernden Flußmitteln. Es gewährleistet mit absoluter Zuverlässigkeit eine einwandfreie metallische u. elektrische Verbindung von höchster Zerreißfestigkeit.

Herstellungsgewähr: Sie erhalten ein Probekilo 30 Tage mit vorbehaltlosem Rückgaberecht und können dieser Menge bis zu drei Stangen entnehmen, ohne daß diese berechnet werden.

M. S. 410 Spezial-Kabelot enthält hochprozentig Aluminium

Max Spelchert Metallschmelzwerk, Berlin-Niederschöneweide, Sedanstr. 43-48

Telegrammadresse: Antiporit Berlin. Fernsprecher: Sammelnummer 63 42 51

Ein junger Elektrotechniker

mit abgeschlossener Ausbildung auf einer Höheren Technischen Lehranstalt als Assistent des Betriebs-Elektroingenieurs für größere Projektierungen, Montage-Überwachung und Instandhaltung für Dauerstellung gesucht.

Angebote mit Zeugnisabschriften, Lichtbild, Lebenslauf, Angabe des Gehaltsanspruches sowie des frühesten Eintrittstermines unter Kennziffer P 804 erbeten an die Personalabteilung der [1626]

BAYERISCHE MOTORENWERKE
Aktiengesellschaft,
München 13, Lerchenauerstr. 76.



Wir suchen zum baldigen Antritt

einen perfekten Elektriker

welcher mit folgenden Arbeiten vollständig vertraut ist:

**Auto-Zünd- und -Licht-
anlagen sowie Einbau von
Radioanlagen in Fahrzeuge**

Schriftliche Angebote [1631]

AUTO-UNION AG Werk Siegmars
Lohnbüro



Max Levy · H
SPEZIAL-FABRIK
N 65 BERLIN · MÜLLERSTRASSE 30-31



Max Levy · H
SPEZIAL-FABRIK
N 65 BERLIN · MÜLLERSTRASSE 30-31

AEG

sucht zum baldigen Eintritt

Berechner und Konstrukteure

für Transformatoren

Kennwort TRO 263

Berechnungs-Ingenieure

(auch Anfänger) für Elektromotoren

Kennwort M 37

Konstrukteure

für elektrische Maschinen und Apparate

Kennwort M 38

Projekt-Bearbeitungs-Ingenieure

mit Hoch- oder Fachschulbildung zu Arbeiten auf dem Freileitungsgebiet

Kennwort Cv 335

Zeichner für die Ausarbeitung von Vermessungsunterlagen

Kennwort Cv 336

Hoch- oder Fachschul-

Ingenieure zur Ausarbeitung von Projekten auf Hoch- und Niederspannungsschaltanlagen, Umformerstationen, Stromerzeugungsanlagen.

Kennwort Z 10

Schriftliche Angebote mit ausführlichem Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild, Gehaltsansprüchen, frühestem Eintrittstermin und Angabe des Kennwortes an [1643]

Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft

Personalverwaltung

Berlin NW 40

AEG

Jüngere Ingenieure

zur Planung von Beleuchtungsanlagen möglichst zum sofortigen Antritt gesucht.

Schriftliche Angebote mit ausführlichem Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild, Gehaltsansprüchen, frühestem Eintrittstermin an

AEG-Beleuchtungskörper G.m.b.H.
Berlin NW 7, Friedrichstraße 110/112

[1644]

AEG

Gewandter Reise-Ingenieur

zum Besuch der Installateurkundschaft in Nordwest-Deutschland zum baldigen Antritt gesucht. Bewerbungen mit Gehaltsansprüchen an [1634]

Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Büro Bremen
General-Ludendorff-Straße 47

AEG

sucht zum baldigen Eintritt:

selbständigen Konstrukteur

für den Bau von elektrischen Maschinen mittlerer Größe

Schriftliche Angebote mit ausführlichem Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild, Gehaltsansprüchen und frühestem Eintrittstermin an die Personalabteilung der [1636]

AEG-Fabrik Stuttgart
Stuttgart-Bad Cannstatt, Deckerstr. 5

Der Generalbauinspektor für die Reichshauptstadt

sucht

für die baureife Projektierung eines Berliner Großbauvorhabens

einen erfahrenen, selbständigen Installations-Fachmann

für Fragen der Belüftung, Beheizung, Beleuchtung, Entwässerung, Wasserversorgung.

Die Anstellung erfolgt auf Privatsdienstvertrag; Besoldung nach besonderer Vereinbarung.

Bewerbungen sind mit Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschriften, Gehaltsansprüchen zu richten an

Der Generalbauinspektor für die

Reichshauptstadt [1632]

Durchführungsstelle Berlin W 8, Pariser Platz 4

Zum baldigen Eintritt suchen wir einen

erfahrenen Konstrukteur

aus dem Hochspannungs-Schalterbau für Stufenschalter,

einige Konstrukteure oder Hilfskonstrukteure

für Transformatoren- und Meßwandlerbau.

Anfänger mit guter Befähigung nicht ausgeschlossen. Bewerbungen mit Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschriften und Gehaltsansprüchen unter Kennwort „Transformatorwerk“ erbeten an KOCH & STERZEL AG., Dresden-A. 24, Zwickauer Straße 40/42. [1638]

MARS-LUMOGRAPH

Lichtpausstift

D. R. P.

J.S. STAEDTLER, NÜRNBERG



Wir suchen zum baldigen Antritt eine

Haushaltsberaterin

zum Einrichten der elektrisch kochenden Haushaltungen, zur Abhaltung von Kochkursen und von entsprechenden Werbevorträgen. Verlangt wird: Hauswirtschaftliche Ausbildung, genaue Kenntnis der elektrischen Koch- und Haushaltsgeräte, Gewandtheit im Vortrag. — Bewerberinnen wollen sich unter Einreichung eines Lichtbildes und von Zeugnisabschriften, sowie unter Angabe der Gehaltsansprüche melden bei: [1642] Elektrizitätswerk Schlesien Aktiengesellschaft, Breslau 1, Albrechtsstraße Nr. 22/23.

Ingenieur

mit Abschlußprüfung und mehrjährigen Erfahrungen für die Planung von Dieselmotorkraftanlagen, einschließlich Bearbeitung betrieblicher Fragen von Reichsbehörde gesucht.

Sondererfahrung auf diesen oder verwandten Gebieten erwünscht, jedoch nicht unbedingt erforderlich.

Zureisekosten, Trennungsschädigung, Umzugskosten sowie Bezahlung werden nach den geltenden Bestimmungen gewährt. Bewerbungen mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild und Gehaltsansprüchen sind zu richten unter Kennwort „St“ auf dem Briefumschlag an [1639]

A. z. V., Berlin SW 68, Friedrichstraße 223

Für unsere Elektrotechnische Abteilung suchen wir zum baldigen Antritt

mehrere Elektro-Ingenieure

für die Bearbeitung von elektrischen Anlagen auf Kriegs- und Handelsschiffen.

Ausführliche Bewerbungen mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften und Lichtbild unter Angabe der Gehaltsansprüche und des frühesten Antrittstermins sind zu richten an [1612]

Fried. Krupp Germaniawerft A. G.
Sekretariat, Kiel-Gaarden.

Bei den Stadtwerken Nordhausen ist sofort die Stelle eines

Elektro-Ingenieurs

zu besetzen. Der Bewerber muß abgeschlossene Hochschulbildung, gute Kenntnisse und Erfahrungen im Entwurf, Bau und Betrieb von Hochspannungs- und Niederspannungsschaltanlagen sowie von Hausinstallationen besitzen. Erwünscht sind Erfahrungen im Werklufschutz, da die Geschäfte des Werklufschutzleiters mit zu übernehmen sind. Ferner ist Kenntnis der gesetzlichen Bestimmungen über die Rohstoffbewirtschaftung erforderlich. Die Einstellung erfolgt auf Privatdienstvertrag nach den Bestimmungen der Tarifordnung A für Gefolgschaftsmitglieder im öffentlichen Dienst. Vergütung nach Gruppe III der TO. A. Bewerbungen mit Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschriften und Nachweis der arischen Abstammung, ggf. Abstammung der Ehefrau, sind zu richten an Oberbürgermeister der Stadt Nordhausen/Harz (Hauptamt). [1641]

Für die Maschinen- und Baudirektion des städtischen Betriebsamtes Leipzig wird ein

junger Elektro-Ingenieur

für Planung und Bau von größeren Licht- und Kraftanlagen zum baldigen Antritt gesucht.

Gesuche mit Lebenslauf, politischem Werdegang, Zeugnisabschriften, Lichtbild und Gehaltsansprüchen sowie Nachweis über arische Abstammung — auch der Ehefrau — sind bis zum 10. 7. 1938 einzureichen an den [1625]

Oberbürgermeister der Reichsmessestadt Leipzig
Betriebsamt — Personalabteilung, Leipzig C1, Brühl 80 II

Ausschreibung Nr. 44

Die Marinewerft sucht zum baldmöglichsten Dienstantritt

1 Diplomingenieur sowie 1 Ingenieur

mit Abschlußprüfung an einer Höheren Technischen Staats-Lehranstalt oder gleichwertigen Mittelschule. Fachrichtung Elektrotechnik. Erfahrungen in der Planung elektrischer Anlagen oder im Kraftwerksbetrieb erwünscht.

Die Bezahlung für Diplom-Ing. nach Verg.-Gr. III—II. für die Ing. nach Verg.-Gr. VIa—Va der T. o. A. je nach Tätigkeit. Verheiratete erhalten außerdem Trennungsschädigung und Umzugskostenvergütung nach den besth. Bestimmungen. Bewerbungen unter Angabe der Ausschreibungsnummer mit Lebenslauf, lückenlosen Zeugnisabschriften und Lichtbild nebst Angabe des frühesten Dienstantrittszeitpunktes und der jetzigen Beschäftigungsstelle sind an das Arbeiteramt der Marinewerft, Wilhelmshaven, zu richten. [1623]

Wir suchen zum baldigen Eintritt

Zählerprüfer

zur Prüfung von Wechsel- und Drehstromzählern.

Bewerber mit guten Kenntnissen auf diesem Gebiet, die an zuverlässiges Arbeiten gewöhnt sind, wollen Angebote mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften und Lichtbild einsenden. [1590]

Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk AG.
Betriebsverwaltung Berggeist, Brühl (Bez. Köln)



Wir suchen

tüchtige Elektro-Ingenieure

1. für die Projektierung von Schaltanlagen jeder Art
2. für die Konstruktion von Schaltanlagen.

Erwünscht sind Herren mit entsprechenden Erfahrungen, jedoch sind auch Stellen für jüngere Herren zu besetzen. — Bewerbungen mit ausführlichem Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild, Angabe des frühesten Eintrittstages sind zu richten u. Nr. 39 an [1628]

Calor-Emag,
Elektrizitäts-Aktiengesellschaft
Ratingen b. Düsseldorf
Horst-Wessel-Straße 39/45

Erfahrener erster Konstrukteur

als technischer Leiter unseres Betriebes
per sofort oder später gesucht.

Betreffender muß über reiche Erfahrungen im Entwurf von Schaltgeräten, Schutzschaltern, Schützen u. dgl. verfügen und in der Lage sein, das bereits Bestehende zu vervollkommen und weiterzuentwickeln.

Es wollen sich daher nur solche Herren melden, die bereits selbständig konstruiert und umfassende Betriebserfahrungen haben. Ausführliches Angebot mit Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschriften, Angabe der Gehaltsansprüche und des frühesten Eintrittstages an [1622]

NOSTITZ & KOCH, Fabrik elektrotechn. Apparate
CHEMNITZ, Zwickauer Str. 58

Wir suchen für unser Berliner Werk

Konstrukteure

Detailkonstrukteure und Zeichner

mit Erfahrungen im Bau von elektrischen Apparaten für Hoch- und Niederspannung im ortsfesten und Bahnbetrieb.

Angebote mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild, Referenzen, Gehaltsansprüchen und Angabe des frühesten Eintrittstermins erbeten an

Julius Pintsch Kommanditgesellschaft
Personalabteilung
Berlin O 17 Andreasstr. 70/73

[1647]

Mehrere junge Diplom-Ingenieure der Elektrotechnik, Fachrichtung Fernmeldetechnik oder Hochspannungstechnik, als Montage-Ingenieure für Kabelanlagen im In- und Ausland zum baldigen Eintritt gesucht.



Bewerber müssen prakt. u. organisat. veranlagt sein u. sicheres, gewandt. Auftreten besitzt. Herren m. Erfahrung. in d. Überwachg. v. Kabelmontagen od. in Wechselstr.-Messg. an Schwachstromkabeln werd. bevorzugt. Ausführl. Angeb. mit Lichtbild und Angabe des Bildungsganges, der bish. Tätigkeit, d. früh. Eintrittsterm. u. d. Gehaltsanspr. erb. an

Fellen & Guilleaume Carlswerk Act.-Ges. Köln-Mülheim

Verwaltungsabteilung [1646]

Für unsere Verkehrsabteilung wird

1 JÜNGERER INGENIEUR

Fachrichtung Elektrotechnik, zur baldmöglichen Einstellung für die Stromwerbung gesucht. Gefordert werden: eine gründliche Fachausbildung und gute Kenntnisse auf den wichtigsten Gebieten der Elektrotechnik und eingehende Erfahrungen auf dem Gebiete der Haushalt- und Großküchen-Elektrowärme. Eignung für den Außendienst und für Vortragstätigkeit ist Voraussetzung. Bewerbungen mit Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschriften, Gehaltsansprüchen und frühestem Antrittstermin werden erbeten an die

Dresdner Gas-, Wasser-, und Elektrizitätswerke AG.
Personalabteilung, Dresden-A. 1, Am See 2, II. [1640]

Wir suchen für unsere Prüfungsaußenstelle zum baldigen Eintritt
einen zuverlässigen Zählerprüfer

der im Einregeln von Wechsel- und Drehstromzählern aller Systeme längere Erfahrung besitzt, sowie einen

Mechaniker oder Uhrmacher

für Reparatur und Umbau von Wechsel- und Drehstromzählern und Schaltuhren. Bewerber mit arischer Abstammung wollen Bewerbungsunterlagen mit ausführlichem Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild, Angabe des frühesten Eintrittstermins und Lohnforderungen baldigst einreichen. [1648]

Überlandkraftwerke Pulsnitz A.-G., Pulsnitz (Sa.)

V e r s c h i e d e n e s

Fernsprech-Nebenstellenanlage

System S & H,

bestehend aus: vollautomatischer Hauszentrale für 400 Haus Teilnehmer, 24 Volt Vorwähler und halbautomatischer Post-Nebenstellen-Zentrale für 130 Post-Nebenstellen, 24 Volt, noch sehr gut erhalten, wegen Einbau einer größeren Anlage sofort zu günstigen Bedingungen lieferbar — auch geteilt — Näheres durch Anfrage unter E. 1645 an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Schutzrecht für Kleinmotor

und Generator (auch Synchronmotor) mit umlaufendem Permanentfeld u. Kontaktsteuerung nur an erste Firmen abzugeben. Ang. erb. u. E. 1635 an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

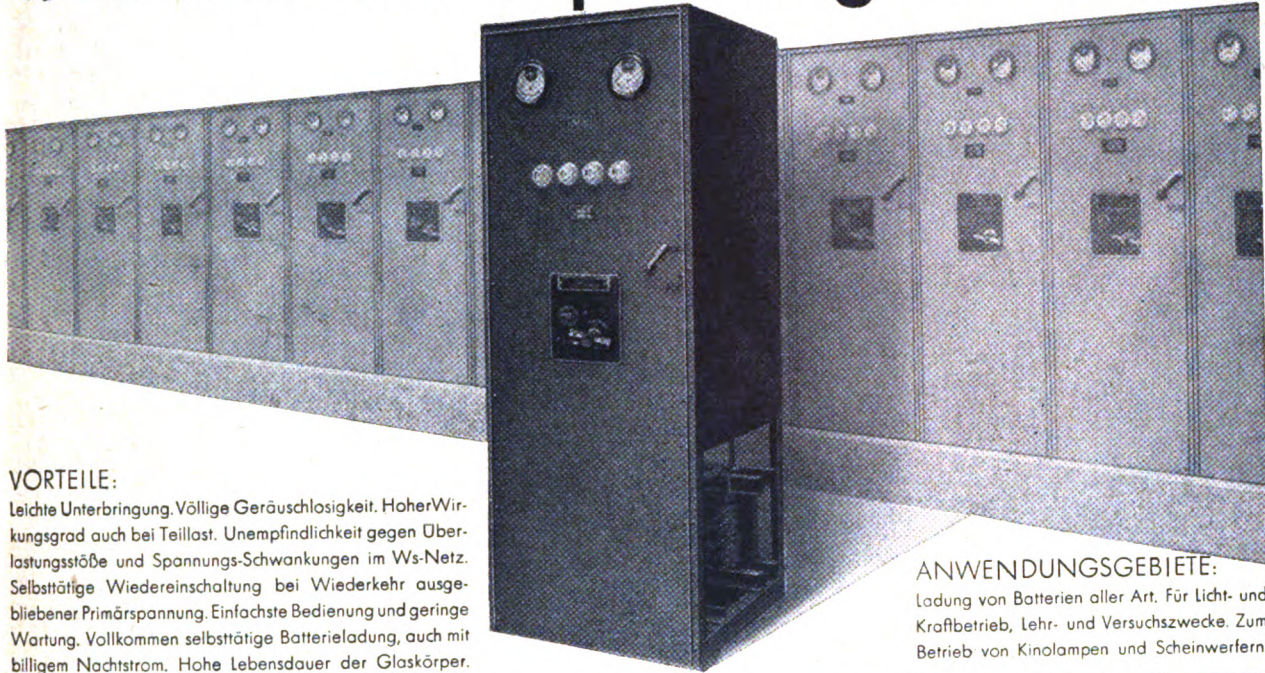
Gumminacktader in jeder Menge und Querschnitt zu kaufen gesucht. Offert. unter E 1630 an die Anzeigen-Abteilung d. ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Sämtliche in diesem Heft besprochenen oder angezeigten Bücher sind durch alle Buchhandlungen zu beziehen

Für den Textteil verantwortlich: Harald Müller VDE in Berlin. Für den Anzeigenteil: Albert Meyer, Berlin-Steglitz, Kühlebornweg 5 — D.-A. 1. Vj. 17 220 — Pl. 6 — Druck der Ernst Steiniger Druck- und Verlagsanstalt Berlin SW 68 — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H. Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9 — Printed in Germany

AEG

Quecksilberdampf-Glasgleichrichter



VORTEILE:

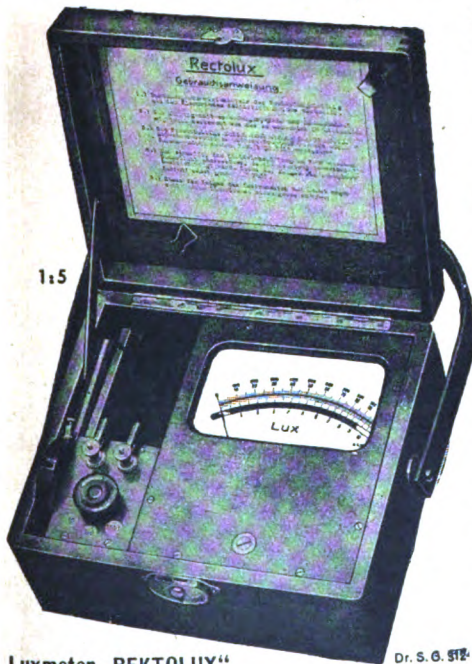
Leichte Unterbringung. Völlige Geräuschlosigkeit. Hoher Wirkungsgrad auch bei Teillast. Unempfindlichkeit gegen Überlastungsstöße und Spannungs-Schwankungen im Ws-Netz. Selbsttätige Wiedereinschaltung bei Wiederkehr ausgebliebener Primärspannung. Einfachste Bedienung und geringe Wartung. Vollkommen selbsttätige Batterieladung, auch mit billigem Nachtstrom. Hohe Lebensdauer der Glaskörper.

ANWENDUNGSGEBIETE:

Ladung von Batterien aller Art. Für Licht- und Kraftbetrieb, Lehr- und Versuchszwecke. Zum Betrieb von Kinolampen und Scheinwerfern.

ALLGEMEINE ELEKTRICITÄTS-GESELLSCHAFT

»REKTOLUX«



Luxmeter „REKTOLUX“

der rein objektive Beleuchtungsmessermessermöglichkeit die Messung von Beleuchtungsstärken von 0,05 Lux an

Verlangen Sie unsere Liste L 41/Lt

Deutsche Wertarbeit

METRAWATT

Fabrik elektr. Meßgeräte
Aktiengesellschaft
Nürnberg-O 81

Tel.-Adr.
Voltmeter

Kabinenstandsanzeiger
und Kabinenstandsschalter
ohne und mit Fahrtrichtungsanzeiger
für Aufzüge



Sicherheits-,
Steuer- und
Signal-Geräte

Gebr. **CRUSE & Co.**
Dresden N 30



PRESSTEILE



aller Art aus:

„Bakelite“ und Pollopas

typengerecht · präzis · sauber
leistungsfähig und prompt
Technische Beratung

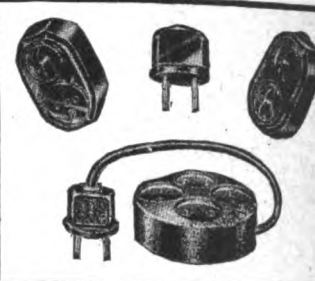
KURT WENZEL PRESSWERK
Bln - Steglitz



Verlangen Sie
unsere Listen

C. & F. Schlothauer G. m. b. H., Ruhla/Thüringen

Gerätesteckdosen
Kupplungen
Lichtdrücker
Steckdosen
Stecker
Steckerfassungen
Schalter
Zwischenschalter



„POLDI“
Buchleuchten

LEOPOLD KOSTAL, LÜDENSCHIED/WR.
ELEKTROTECHN. SPEZIAL-FABRIK

Papier

für die elektrotechnische
Industrie

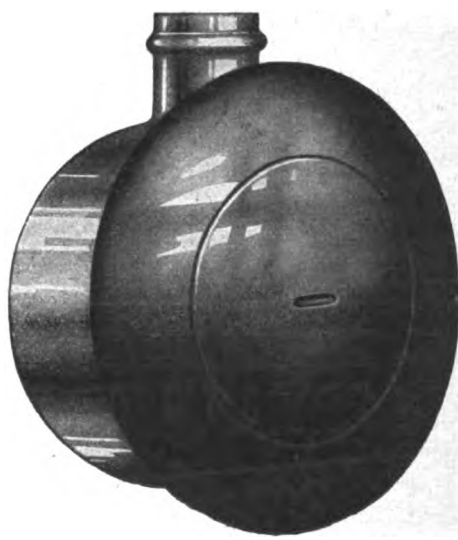
speziell

**Isolier-
papier**
für Stark- u. Schwach-
strom in Rollen von
2 mm an aufwärts

**Kondensator-
papier**
Dicke von 0,0065 mm
aufwärts

Schoeller & Hoesch
Gernsbach i. Baden

Eine **Spitzenleistung**
auf dem Schaltermarkt



stellt unzweifelhaft der
Elgesit-Eindruckschalter
dar.

ELLINGER & GEISSLER
DORFHAIN, BEZIRK DRESDEN

Vacuumtechnik

Telegramme:
Vacuumtechnik Sangerhausen

Fernsprecher:
Sangerhausen Sammel-Nr. 612

**DEUTSCHE
VACUUMAPPARATE**

Dreyer & Holland-Merten G. m. b. H.

jetzt in **SANGERHAUSEN**

